



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**  
**FACULTAD DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN**



**Doctorado**  
**Información Científica: Tratamiento, Acceso y Evaluación**

**Tesina:**

**Caracterización del estado de la investigación y desarrollo experimental (I+D) de México, a través del análisis de los indicadores de inversión (financieros y recursos humanos) y de producción (publicaciones), en el período 1993 - 2004.**

**Que con opción al Diploma de Estudios Avanzados presenta:**

**José Antonio Torres Reyes**

**Tutor:**

**Dr. Félix De Moya Anegón**

**Granada, España, a 1 de Septiembre de 2006.**

# Tabla de Contenido

	Página
<b>1. Introducción.</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivos del estudio.	3
1.1.1. Objetivo general.	4
1.1.2. Objetivos particulares.	4
1.2. Delimitación del estudio.	4
1.3. Planteamiento del Problema.	6
1.3.1 La función de la investigación científica en el desarrollo económico y como potenciador del beneficio social.	6
1.3.2 Inconsistencia del Estado para incluir a la ciencia como parte estratégica en los programas nacionales de desarrollo.	9
1.3.3 Ausencia constante de una política nacional de CYT de largo plazo y de consenso en la formulación de políticas en la materia.	10
1.3.4 Bajo nivel de participación del Sector Privado en el financiamiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología.	10
1.3.5 Carencia de un programa de evaluación de la calidad y seguimiento de la I+D mexicana.	10
1.4. Justificación de la investigación.	11
1.5. Estructura del Documento.	13
<b>2. Marco Teórico.</b>	<b>15</b>
2.1 Evaluación de la ciencia y la tecnología.	15
2.1.1 Antecedentes de los métodos de evaluación de la ciencia.	18
2.1.2 Acciones en materia de normalización estadística y organismos involucrados.	20
2.2 Indicadores para evaluar actividades científicas y tecnológicas (ACT).	22
2.2.1 Indicadores de I+D.	23
2.2.2 Recursos humanos dedicados a I+D.	24
2.2.3 Indicadores de resultados de I+D.	24
2.2.3.1 Indicadores de producción científica: Bibliometría.	24
2.2.3.2 Limitaciones de los indicadores bibliométricos.	25
2.2.4 Indicadores de resultados tecnológicos.	26
2.2.5 Indicadores de innovación tecnológica.	27
2.2.6 Compendios de Indicadores de I+D.	27
2.3 La ciencia y la tecnología en México en el siglo XX.	28
2.3.1 Antecedentes históricos.	28
2.3.2 Instituciones que realizan investigación científica.	30
2.3.3 La política científica y tecnológica.	31
2.3.4 México en el contexto internacional.	33
<b>3. Metodología.</b>	<b>40</b>
3.1 Revisión y análisis de literatura (Estado de la cuestión) para las secciones teóricas.	40
3.2 Revisión y selección de un conjunto de indicadores socioeconómicos.	41
3.3 Recopilación y análisis estadístico (estadísticas secundarias) de indicadores socioeconómicos y de producción científica.	42
<b>4. Fuentes de los Datos.</b>	<b>42</b>
4.1 Documentos primarios que versan sobre el tema de estudio.	42
4.2 Compilaciones Estadísticas.	42
<b>5. Análisis de los Indicadores Socioeconómicos (Recursos Financieros) de la I+D de México.</b>	<b>43</b>
5.1 Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCYT).	43
5.2 Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT).	44
5.3 El Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE).	45
5.3.1 Gasto en I+D en Relación al Producto Interno Bruto (PIB)	47
5.3.2 Gasto en I+D en por Habitante.	47
5.3.3 Gasto en I+D por Investigador.	48

5.3.4 Gasto en I+D en por Tipo de Investigación..	48
5.3.5 Gasto en I+D en por Sector de Financiamiento.	49
5.3.6 Gasto en I+D en por Sector de Ejecución.	50
5.3.7 Gasto en I+D en por Objetivo Socioeconómico.	51
5.3.7.1 Defensa.	51
5.3.7.1 Control y protección del medio ambiente.	51
<b>6. Análisis de los Indicadores Socioeconómicos (Recursos Humanos) de la I+D de México.</b>	<b>53</b>
6.1 Categorías del Personal de I+D.	54
6.2 Clasificación por Ocupación.	54
6.2.1 Investigadores.	54
6.2.2 Técnicos y personal asimilado..	55
6.2.3 Otro Personal de Apoyo.	55
6.3 Personal en Ciencia y Tecnología.	55
6.3.1 Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT).	56
6.3.2 Recursos Humanos Educados en Ciencia y Tecnología (RHCyTE).	56
6.3.3 Recursos Humanos Ocupados en Actividades de Ciencia y Tecnología (RHCyTO)..	56
6.3.4 Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Capacitados (RHCyTC).	57
6.3.4.1 RHCyTC por sector de empleo.	58
6.3.4.2 RHCyTC por disciplina científica.	58
6.3.4.3 RHCyTC por nivel de escolaridad.	59
6.3.5 Recursos humanos dedicados a I+D por cada 1000 Integrantes de la PEA.	59
6.3.6 El Sistema Nacional de Investigadores (SNI).	60
<b>7. Análisis de los Indicadores de Producción (Publicaciones) de la I+D de México.</b>	<b>63</b>
7.1 Principales indicadores bibliométricos.	63
7.1.1 Indicadores de producción de la I+D.	64
7.1.2 Indicadores de especialización científica.	64
7.1.3 Indicadores de impacto y visibilidad basados en citas.	65
7.1.4 Indicadores de colaboración científica.	65
7.2 Producción de la I+D en el Science Citation Index (SCI).	66
7.2.1 Revistas Mexicanas indizadas en el Science Citation Index (SCI).	67
7.2.2 Producción de la I+D mexicana.	68
7.2.3 Índice de Citación de la I+D.	71
7.2.4 Factor de Impacto de la I+D.	71
7.2.5 Producción de la I+D por Institución.	72
7.2.6 Producción de la I+D por Entidad Federativa (Estados de la República Mexicana)..	73
7.2.7 Producción de la I+D por Centros de Investigación CONACYT.	74
7.2.8 Situación de la Colaboración de la I+D.	76
7.3 Producción de I+D en Clase y Periodica.	78
<b>8. Conclusiones.</b>	<b>82</b>
8.1 Política científica e inversión financiera en la I+D.	84
8.1.1 Retroceso en la inversión financiera en el período 2000-2006.	84
8.1.2 Contribución financiera y científica del Sector Productivo Privado.	87
8.2 Inversión en Recursos Humanos para la I+D.	88
8.3 Relación entre Inversión financiera y Producción I+D (Publicaciones).	90
<b>9. Líneas investigación a desarrollar en el futuro próximo.</b>	<b>95</b>
<b>10. Referencias citadas.</b>	<b>96</b>
<b>11. ANEXO 1. Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica.</b>	<b>102</b>

# 1. Introducción

*“Toda nuestra ciencia comparada con la realidad, es primitiva e infantil...  
y sin embargo es lo máspreciado que tenemos”.*

Albert Einstein (1879-1955).

(Citado por Carl, Sagan. En: *“El mundo y sus demonios;  
la ciencia como una luz en la oscuridad”*: 18)

En el estudio que se presenta a continuación, se abordan en lo general los tópicos más importantes sobre la Ciencia y Tecnología de México (CYT); particularmente, se analiza de la manera más objetiva y crítica, la situación de la Investigación y Desarrollo Experimental (I+D), a través del resultado de un análisis de tipo documental y de indicadores de tipo socioeconómico como la inversión de recursos financieros y humanos, así como de tipo bibliométrico (producción de resultados científicos).

Se incluyen además, datos históricos sobre la ciencia en México; se describen y analizan: la función social de la Ciencia y la Tecnología, la metodología de evaluación de la ciencia, la política científica, la inversión financiera y de recursos humanos en materia de Ciencia y Tecnología, así como los resultados principales de la producción científica y su impacto en el nivel nacional e internacional, correspondientes al Siglo XX y XXI, enfocándose fundamentalmente de los últimos 12 años (1993-2004).

También se presentan algunas conclusiones y conclusiones preliminares, sobre los tópicos que son definitivos en la caracterización de la Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) mexicana.

## 1.1 Objetivos del estudio.

Los objetivos establecidos para cumplirse en el presente estudio, son los que se describen a continuación:

### *1.1.1 Objetivo general.*

Analizar los principales indicadores socioeconómicos (recursos financieros y humanos) y de producción científica (publicaciones), que están vinculados directamente con la investigación y desarrollo experimental (I+D) que se produjo en México, durante el período comprendido entre 1993-2004, con la finalidad de obtener una visión general (caracterización) de la situación actual en esta materia.

### *1.1.2. Objetivos particulares.*

1.1.2.1 Analizar los principales indicadores socioeconómicos (recursos financieros y humanos) vinculados a la investigación y desarrollo experimental (I+D) que se realiza en México, los cuales han sido compilados por diversos organismos nacionales e internacionales, esto, con la finalidad conocer el nivel de valoración que se le otorga actualmente a la I+D, por parte del Estado y el Sector Privado.

1.1.2.2 Valorar la situación general de la producción de la investigación y desarrollo experimental (I+D) mexicana, a través de indicadores y datos estadísticos, los cuales han sido compilados por diversos organismos nacionales e internacionales, con la finalidad de conocer el nivel de desarrollo alcanzado en el nivel nacional e internacional, en virtud de los recursos financieros y humanos invertidos por parte del Estado y el Sector Privado.

## **1.2 Delimitación del estudio.**

Aunque existen muchos asuntos de fundamental interés sobre la investigación científica y tecnológica mexicana -que será referido en adelante con el acrónimo CYT -, el presente estudio se enfoca principalmente al análisis de las inversiones o insumos – financieros y recursos humanos- y los resultados de investigación y desarrollo experimental (I+D), representados en este caso por los artículos

publicados por la comunidad científica, sobre todo en revistas de prestigio y de distribución nacional e internacional.

Se analizan los resultados globales de la investigación y desarrollo experimental (I+D), realizada tanto en Centros y Organismos Públicos de Investigación, adscritos tanto a Instituciones de Educación Superior Públicas y Privadas, y Dependencias del Gobierno Federal como al Sector Productivo, en el nivel nacional y estatal y que tienen visibilidad científica internacional, al publicar en las revistas científicas más importantes en el nivel mundial -de acuerdo a los criterios establecidos por el Institute for Scientific Information (ISI) e indizadas en las bases de datos del *Science Citation Index* (SCI)-, y en otras revistas de cobertura latinoamericana -de acuerdo a los criterios de la Dirección General de Bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGB-UNAM)- indizadas en las bases de datos *Periodica y Clase*.

El período de tiempo estudiado fue principalmente el comprendido entre los años 1993 y 2004, debido a que es donde se dispone de datos más confiables y actuales.

Las fuentes de información en las cuales estuvo apoyado el presente estudio, son aquellas que han sido publicadas en libros, revistas, tesis, informes y compilaciones estadísticas oficiales -por lo cual no son imparciales- en papel y formato electrónico: bases de datos y páginas de Internet.

Cabe resaltar como una limitante importante, la disponibilidad para consultar las fuentes antes descritas, considerando la situación geográfica en la que tuvo lugar la investigación y las condiciones financieras que son naturales en este caso por el tipo de trabajo realizado.

No fue posible realizar la comparabilidad y el análisis retrospectivo y completo de algunos de los indicadores, debido a que se detectaron inconsistencias en los datos estadísticos, particularmente en lo que se refiere a la actualidad y

uniformidad de las unidades de medida, entre organismos como el CONACYT y la RICYT.

En la sección referente a las fuentes de información utilizadas en el estudio, se especifica el origen de los datos.

### **1.3 Planteamiento del Problema.**

El problema planteado en la presente investigación, es el relativo a poder conformar una caracterización lo más aproximada posible al nivel de progreso que ha alcanzado la Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) mexicana, a través de la implementación de un análisis detallado de los principales indicadores socioeconómicos y de producción, correspondientes al periodo comprendido entre los años 1993 y 2004.

A continuación se describen y analizan algunos aspectos importantes que reflejan la problemática de CYT, por lo cual son abordados en el presente estudio.

#### *1.3.1 La función de la investigación científica en el desarrollo económico y como potenciador del beneficio social.*

En México tradición en investigación científica, que ha sido documentada desde hace 4 siglos aproximadamente -desde el siglo XVI según Elías Trabulse- (*Trabulse, 1983-1985*). Particularmente en el siglo XX transcurrieron algunos periodos de tiempo en los que se produjeron cambios sociales muy importantes que condicionaron la actividad científica, haciendo casi nula su existencia, como en los casi 11 años que tuvo vigencia la guerra civil de 1910 y durante los primeros gobiernos posrevolucionarios. Aunque ocurrieron también algunos acontecimientos que estimularon el avance científico, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX, como el diseño de una política en materia de CYT, cuyo producto fue la oficialización de recursos financieros y el reconocimiento de la actividad científica por parte del Estado. Al respecto podemos citar el reportaje de investigación sobre la CYT mexicana que hace Ibelís Velasco, reportera de la revista *Interciencia*, cubriendo hasta el año 1981 (*Velasco, 1981*) (*Velasco, 1982*);

así como el estudio histórico del científico mexicano Ruy Pérez Tamayo, quien nos ofrece una visión general sobre la ciencia mexicana en el siglo XX.

Pérez Tamayo destaca cuatro períodos importantes por su contenido histórico:

“La etapa porfiriana (1900-1911), la revolucionaria (1911-1929), la posrevolucionaria (1929-1952), y la institucional (1952-2000). Desde luego los límites que separan a estas etapas son arbitrarios y sirven para más para marcar las principales transiciones políticas, económicas y sociales del país, que para indicar cambios definidos en la historia de la ciencia mexicana. De todos modos como la ciencia no puede ni debe desligarse de la evolución de la sociedad como un todo, conviene considerarlo dentro del marco mencionado.” (Pérez, 2005: 286).

La tradición científica mexicana contrasta con la de países económica y tecnológicamente avanzados –particularmente algunos que integran la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) -, quienes principalmente a partir del período de la posguerra –años 1950’s- visualizaron el potencial que el progreso de la ciencia podría aportarles para su desarrollo. De esta manera, dichos países experimentaron notables y diversas transformaciones económicas, políticas y sociales, entre las que se pueden enumerar las siguientes, a decir de González y Torres:

“La incorporación de la ciencia al proceso productivo, la internacionalización de la economía, la pérdida relativa del peso del sector industrial a favor de una creciente terciarización, la institucionalización de los cauces para la resolución del conflicto social, el consumo de las masas, la concentración de hábitats urbanos, la incorporación de la mujer a la esfera de lo público, el establecimiento de sistemas democráticos basados en el sufragio universal, la pérdida de influencia de las ideologías tradicionales, la crisis del Estado-Nación y el desarrollo de las entidades regionales y supranacionales, etcétera.” (González y Torres, 1992: 18).

Los Estados Unidos de América (EE.UU.), ejercieron una gran influencia mundial a partir de 1945, año en que el Dr. Vannevar Bush, Director de la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo, diseñó el Informe: *Ciencia: La Frontera Interminable*, por encargo del Presidente Roosevelt, el cual establece las líneas generales para el establecimiento de una política para estimular la ciencia y el desarrollo nacional. Como parte de su justificación Bush argumentaba lo siguiente:



“Los avances en la ciencia cuando se ponen en práctica significan más empleos, salarios más altos, horarios más cortos, cosechas más abundantes, más ocio para la recreación, para el estudio, para aprender a vivir conforme sin el trabajo físicamente duro que ha sido una carga común del hombre en épocas pasadas. Los avances en la ciencia también traerán niveles de vida más altos, conducirán a la prevención o la cura de enfermedades, promoverá la conservación de nuestros limitados recursos nacionales, y asegurarán medios para defendernos contra la agresión. Pero para conseguir estos objetivos - asegurar un nivel alto del empleo y mantener una posición de liderazgo mundial - el flujo del nuevo conocimiento científico debe ser tanto continuo como sustancial.” (*Bush, Vannevar, 1945: Introduction*).

No hay que perder de vista que el control que ejerció el Estado en el desarrollo de la CYT, formó parte de una tendencia intervencionista en el control de la economía, como medida preventiva ante las crisis económicas por las que atravesó el sistema capitalista liberal en 1929 y que alcanzó la década de los 1930's; así como por la recesión económica producto del desastre de los mercados, provocado por la Segunda Guerra Mundial. Además por la necesidad de encontrar mecanismos que le permitieran aumentar la capacidad productiva (*González y Torres, 1992: 26-32*).

Otro ejemplo digno de mención, son las políticas de apoyo a la ciencia y la tecnología que ha implementado la Unión Europea (UE), principalmente a partir del año 2000 y que fija objetivos de inversión hasta llegar al 3% del PIB hacia el año 2010, como medida para que influya en el estímulo del crecimiento económico. Valga como evidencia de lo descrito con anterioridad, lo que cita el *Informe Final* de la Comisión de las Comunidades Europeas, en su reunión celebrada el 16 de junio de 2004:

“La investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación están en el centro de la economía del conocimiento, factor clave del crecimiento, de la competitividad de las empresas y del empleo. Por esta razón, la Comisión, en el marco de su Comunicación sobre el futuro marco financiero de la Unión, ha hecho del refuerzo de la investigación europea uno de sus principales objetivos al proponer el aumento del presupuesto de investigación de la Unión, que, sumando todas las acciones, debería duplicarse.” (*Comisión de las Comunidades Europeas, 2004*)

### *1.3.2. Inconsistencia del Estado para incluir a la ciencia como parte estratégica en los programas nacionales de desarrollo.*

Otro rasgo importante a resaltar de CYT mexicana en el siglo XX, es sin duda, el desinterés que en algunos períodos han mostrado las autoridades que tienen competencia en dicha materia, para declarar este rubro como prioridad nacional e incluirlo de manera estratégica en los programas de desarrollo del Gobierno, actitud provocada algunas veces, por la politización a la cual han sido sometidas las Dependencias del Gobierno e instituciones educativas, otras veces, poniendo como justificación las crisis económicas recurrentes -1980's y 1994, además por la carencia de una visión de desarrollo a largo plazo de los gobernantes en turno, salvo en contados períodos dignos de mención como: 1936-1942 (Presidente Lázaro Cárdenas), en el cual se crearon instituciones educativas importantes como el Instituto Politécnico Nacional (Sánchez, 1981, 404-405) y 1988-1994 (Presidente Carlos Salinas), en que se coordinaron con éxito algunas de las Instituciones y Órganos Gubernamentales dedicados a la toma de decisiones en materia de CYT, como el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia (CCCP), a decir de Pérez Tamayo (*Pérez, 2005: 227,235, 241, 249*).

Como evidencias del argumento anteriormente expresado, se pueden mencionar la escasez de recursos financieros dedicados al gasto interno en CYT, que en ningún presupuesto sexenal ha alcanzado el 1% del Producto Interno Bruto (PIB), aun y cuando la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE), organismo al que pertenece México desde 1994, recomienda dedicar a los países en vías de desarrollo por lo menos el 1% del PIB; además de que el primer Programa Nacional de Ciencia fue diseñado hasta el año 1976 (*Flores, 1983: 1398*) (*Velasco, 1981: 405*) y la primera legislación vinculada directamente al desarrollo científico fue aprobada hasta el año 1984. (*Pérez, 2005: 254, 305*)

### *1.3.3. Ausencia constante de una política nacional de CYT de largo plazo y de consenso en la formulación de políticas en la materia.*

A excepción de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología de 1978 y 1988, en los otros sexenios gubernamentales, ha sido manifiesta una clara exclusión de la Comunidad Científica para participar y dar apoyo a las decisiones gubernamentales en materia de CYT, a pesar de que cada Presidente en turno – por lo menos los últimos 9 a partir de 1952- proclamaron sendos proyectos sexenales (*Pérez, 2005*) y sin considerar que se cuenta con un conjunto importante de científicos no sólo en el Distrito Federal, sino en otros Estados de la República Mexicana como Puebla, San Luis Potosí, Jalisco, Nuevo León, Morelos, Colima, Querétaro, Yucatán, Michoacán, Baja California, Baja California Sur, Guanajuato, Sonora, Veracruz, etc., lo cual se puede constatar en la distribución geográfica de los científicos contenida en el *Atlas de la Ciencia Mexicana*, proyecto de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

### *1.3.4 Bajo nivel de participación del Sector Privado en el financiamiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología.*

La participación del Sector Privado en las actividades científicas y tecnológicas es de muy bajo nivel, tanto en el financiamiento como en la realización de investigación científica, de tal suerte que su participación en el gasto en CYT entre los años 1995 y 2003 representó solamente el 11,89% del total invertido ((*México, 2005: 22*), aun cuando en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2001-2006 quedó establecido que el Sector Productivo Privado aportaría el 40% de la inversión nacional en I+D (*México, 2002: 36*).

### *1.3.5 Carencia de un programa de evaluación de la calidad y seguimiento de la I+D mexicana.*

Si en el establecimiento de políticas de I+D, el Estado a través de sus instancias como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), escasamente ha sido incluyente con la Comunidad Científica, mucho menos ha destacado por evaluar la calidad de manera objetiva y crítica las actividades científicas y tecnológicas. Como evidencia, es válido mencionar que solamente a partir de la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 1984, fue

cuando se empezó a realizar la evaluación de la productividad de la investigación científica mexicana, aunque no con la finalidad de proyectar la corrección de las fallas del sistema de investigación, sino como una medida emergente de compensar los salarios devaluados de la Comunidad Científica (Pérez, 2005: 242).

Tan sólo a partir del año 2003, el CONACYT elabora una compilación de indicadores científicos y tecnológicos, donde incluye algunos datos retrospectivos, generalmente con 2 y hasta 3 años de retraso, los cuales adolecen de un análisis crítico de la situación y de propuestas para alcanzar los objetivos y metas establecidas en el nivel nacional a corto y largo plazo- Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2001-2006 (México, 2005).

#### **1.4 Justificación de la investigación.**

Hasta el momento en que se planteó la realización de la presente investigación, se pudo constatar que se han realizado diversos estudios que se aproximan a la descripción de la situación de la CYT en México, desde diversos enfoques que van desde la descripción de sus rasgos históricos, como el de Ruy Pérez Tamayo: *Historia General de Ciencia en México en el Siglo XX* (Pérez, 2005), o desde la perspectiva de evaluación del financiamiento que nos ofrece Armando Labra: *Financiamiento a la educación superior, la ciencia y tecnología en México* (Labra, 2006); los concentrados estadísticos: *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas* (2003, 2004 y 2005) y el *Informe General del Estado de Ciencia y la Tecnología* (2005) que publica el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, en el cual incluye un capítulo sobre la producción científica y tecnológica y su impacto económico (México, 2005).

Otros trabajos abordan el tema de la ciencia mexicana de manera muy puntual, como los publicados por Robert Guillelte: *Science In Mexico (I): Revolution Seeks A New Ally* (Guillelte, 1973) y *Mexico (II): Growing Pains for Science Policy Agency* (Guillelte, 1973b); el de Tabita Poudlege: *Mexican Science in Money Trouble* (Poudlege, 1982); el reporte de Edmundo Flores: *Science Technology in Mexico Toward Self-determination* (Flores, 1983); el artículo de Raúl Carvajal, y Larissa

Lomnitz: *Postgraduate Science Fellowships In Mexico And The Development Of The Scientific Community* (Carvajal y Lomnitz, 1984); el reporte: *Science in Mexico*; UNAM: *Cradle of Mexican Science* (1994); el artículo de Jane M. Russell: *The Increasing Role of International Cooperation In Science And Technology Research In Mexico* (Russell, 1995); la editorial de Francisco J. Ayala: *World Science, Mexico and Sigma Xi* (Ayala, 2005).

Se tiene conocimiento de estudios como los publicados por el Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCyT): *Hacia la construcción de las Instituciones de Investigación y Educación Superior*; *Estado y Perspectivas de la Investigación en las Instituciones de Educación Superior en la región Sur-Sureste*; *Una Reflexión Sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 Años de su creación*; *Situación de la Ciencia y la Tecnología en las Universidades Públicas de los Estados*. (FCCyT, 2004, 2005, 2005b, 2006).

Así también encontramos artículos donde se mide la producción científica a través de técnicas bibliométricas, como los que en Ciencias de la Salud nos ofrece Judith Licea de Arenas: *Partial Assessment of Mexican Health-Sciences Research 1982-1986* (Licea, 1992); César Macías Chapula: *Primary Health-Care in Mexico - a non-ISI Bibliometric Analysis* (Macías, 1995), Licea de Arenas; Valles y Arenas: *Profile of the Mexican Health Sciences Elite: a Bibliometric Analysis of Research Performance* (Licea y otros, 1999); Licea de Arenas; Castanos-Lomnitz y Arenas-Licea: *Significant Mexican Research in the Health Sciences: A Bibliometric Analysis* (Licea y otros, 2002); García-Silberman y otros: *Research of Epidemiological and Psychosocial Aspects Of Mental Health: A Bibliometric Analysis* (García y otros, 2004); en la rama de la Física, encontramos los trabajos de Francisco Collazo-Reyes y Luna-Morales: *Mexican elementary particle physics: Organization, scientific production and growth* (Collazo, 2002) y Francisco Collazo-Reyes, Luna-Morales y Russell: *Publication and citation patterns of the Mexican contribution to a "Big Science" discipline: Elementary particle physics* (Collazo y otros, 2004). En Ciencias Agrícolas, encontramos el trabajo de Miguel Arenas, Ma. Pilar Dovalina y Judith Licea de Arenas: *La investigación agrícola en América latina desde una perspectiva bibliométrica* (Arenas y otros, 2004).

Cabe mencionar también, el estudio de Félix de Moya Anegón y Víctor Herrero Solana: *Science in América latina: a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators* (Moya-Anegón, 1999); las compilaciones estadísticas en Ciencia y Tecnología y el documento *Estado de la Ciencia y la Tecnología en América Latina* que publica la RICYT (RICYT, 2003); los avances que ha logrado en materia de compilación estadística la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) a través de su proyecto *Atlas de la Ciencia Mexicana (ACM)*, el cual se encuentra aún en fase de desarrollo y analiza solamente la producción científica a través de publicaciones indizadas en las bases de datos del Science Citation Index (SCI) del Institute for Scientific Information (ISI), en la versión CD-ROM, el cual tiene una cobertura menor a la versión en línea.

No se localizó en fuentes formales de publicación, estudio alguno que incluyera el desarrollo y estado actual de la ciencia y la tecnología mexicana en su totalidad, desde un análisis crítico y propositivo, que además correlacionara indicadores de tipo socioeconómicos y de producción para tratar de obtener una visión mas completa de dicho fenómeno.

Tomando como argumento la justificación del problema, el alcance y limitación de estudios anteriores sobre la I+D mexicana, es válido entonces, proponer el desarrollo de la presente investigación.

### **1.5 Estructura del Documento.**

El presente documento se encuentra integrado por 9 secciones teóricas y 2 complementarias.

En el capítulo 1 se ofrece una introducción sobre el tema del estudio, se plantea y justifica el problema de la investigación, así mismo se establecen los objetivos y se delimita el estudio.

Enseguida, en el capítulo 2 se teoriza sobre los tópicos que constituyen el marco en el cual se desenvuelve la investigación.

En el capítulo 3, se presenta una descripción detallada de la metodología que fue empleada en la realización del estudio.

A continuación, en el capítulo 4 se describen y explican las fuentes de información que fueron empleadas para cumplir con los objetivos y redacción del contenido del estudio.

En el capítulo 5, se analizan los indicadores socioeconómicos (recursos financieros) que están vinculados con el desarrollo de la I+D en México.

En capítulo 6, se analizan los indicadores socioeconómicos (recursos humanos) que desarrollan actividades de I+D en México.

A continuación, en el capítulo 7 se analizan los principales indicadores de producción científica de la I+D mexicana.

En seguida, en el capítulo 8 se aporta una conclusión general de los temas de mayor importancia que fueron tratados en los capítulos del estudio.

En el capítulo 9, se mencionan las líneas futuras de investigación.

Por último, se incluyen las referencias y anexos referidos en el cuerpo del estudio.

## 2. Marco Teórico.

### 2.1 Evaluación de la ciencia y la tecnología.

Antes de adentrarnos en el análisis de cualquier aspecto relacionado con la ciencia, es importante detenernos a repasar sobre algunas acepciones que nos permitan dilucidar sobre este fenómeno cultural y social, que indudablemente se trata del más importante de la época moderna de nuestra civilización. (Maltrás, 2003: 11).

El filósofo inglés Alan F. Chalmers<sup>1</sup> sostiene en su libro: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, que de acuerdo con una opinión popular y ampliamente compartida en la época moderna, se entiende que las teorías científicas se derivan, de algún modo riguroso de los hechos de la experiencia adquiridos mediante la observación y la experimentación.

“La ciencia se basa en lo que podemos ver, oír, tocar, etc. Las opiniones y preferencias personales y las imaginaciones especulativas no tienen cabida en la ciencia. La ciencia es objetiva. El conocimiento científico es conocimiento fiable porque es conocimiento objetivamente probado.” (Chalmers, 1982: 11).

Al respecto encontramos también el argumento del científico estadounidense Carl Sagan<sup>2</sup> en el que sostiene que:

“La ciencia es un intento, en gran medida logrado, de entender el mundo, de conseguir un control de las cosas, de alcanzar el dominio de nosotros mismos, de dirigirnos hacia un camino seguro. La ciencia es más que un cuerpo de conocimientos, es una forma de pensar.” (Sagan, 2005: 43-45)

Una opinión más que vale la pena considerar aquí es la del físico inglés Stephen Hawking, quien ilustra el proceso de la ciencia en la investigación del

---

**1. Chalmers, Alan F.** (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI de España Editores. 246p. Aquí podemos encontrar un debate sobre la naturaleza de la ciencia. Describe y valora de manera simple, clara y elemental las teorías de Popper, Kuhn, Lakatos y Feyerabend como intentos de reemplazar el empirismo ingenuo.

**2. Sagan, Carl.** (2005). *El mundo y sus demonios; la ciencia como una luz en la oscuridad*. Barcelona: Editorial Planeta. 493. Con las experiencias de su infancia y la historia de los descubrimientos de la ciencia, muestra cómo el método del pensamiento racional puede superar prejuicios y supersticiones para dejar al descubierto la verdad.

Universo y sostiene que:



“El objetivo final de la ciencia es conseguir una sola teoría que describa todo el universo. Sin embargo, el enfoque de la mayoría de los científicos actuales consiste en descomponer el problema en dos partes. En primer lugar, están las leyes que nos dicen cómo cambia el universo con el tiempo. (Si sabemos que el universo es de una cierta manera en un momento dado, las leyes físicas nos dicen qué aspecto tendrá en cualquier momento posterior.) En segundo lugar está la cuestión del estado inicial del universo.” (*Hawking, 2005: 20-21*).

Por otra parte tenemos la definición del científico más importante del Siglo XX, el físico Albert Einstein, quien sostiene que la ciencia es:

“...el empeño, secular ya, de agrupar por medio del pensamiento sistemático los fenómenos perceptibles de este mundo en una asociación lo más amplia posible. Dicho sistemáticamente, es intentar una reconstrucción posterior de la existencia a través del proceso de conceptualización” (*Einstein, 2000: 38*).

También decía Einstein en su obra: *Sobre el humanismo*, que la ciencia influye en los acontecimientos humanos tanto produciendo beneficios que han transformado completamente la existencia humana, como educando el carácter del hombre puesto que funciona en su mente. Aunque también nos advertía sobre los efectos nocivos para la sociedad, al sobrevalorar y limitar a la ciencia al mero pragmatismo y utilitarismo.

“Nuestra época está orgullosa del progreso que se ha hecho en el desarrollo intelectual del hombre. La búsqueda y la lucha por la verdad y el conocimiento es una de las cualidades más importantes del hombre; aunque a menudo los que luchan menos sean los que más levantan su voz para mostrar su orgullo. Ciertamente no debemos convertir en dios nuestro intelecto; tiene, por supuesto, poderosos músculos. No puede dirigir, solamente servir; y no es caprichoso en la elección de un líder. Se refleja esta característica en las cualidades de sus sacerdotes, los intelectuales. El intelecto tiene un ojo agudo para los métodos y los instrumentos, pero es ciego para los fines y valores. Por eso, no es extraño que esta ceguera se transmita de viejos a jóvenes y que constituya una sólida generación hoy en día.” (*Einstein, 1995: 141*).

A partir de la segunda mitad del Siglo XX diversos investigadores se abocaron a estudiar la dinámica científica desde la perspectiva de una institución productora de conocimiento.

La tarea de evaluar a la ciencia no es una empresa fácil de enfrentar, puesto que no se trata de un ente homogéneo ni particular, sino que se trata de una entidad o todo un sistema tan complejo que al tener como misión principal la

generación de conocimiento, y al ser este un bien intangible, dificulta el establecimiento de parámetros confiables y objetivos para lograr un resultado lo más cercano posible a la realidad que se mide (*Sancho, 2001*). Sin embargo es patente la necesidad de hacer un seguimiento lo más objetivo posible para medir el impacto de los resultados que se obtienen a partir de los recursos que se invierten y de los fines que se persiguen en los proyectos de investigación. He aquí también la necesidad de contar con especialistas dedicados a comprender y evaluar la importancia de la ciencia.

El investigador Michael J. Moravcsik argumenta algunas razones para evaluar a la ciencia y a los científicos, de la siguiente manera:

“Puesto que los resultados de la ciencia no son obvios ni tangibles, y por tanto nos se pueden evaluar “automáticamente” es importante realizar evaluaciones que permitan comprobar su rendimiento.

A causa de la gran influencia de la ciencia, nos ha de interesar vivamente cómo funciona y cual es su rendimiento. Tenemos muchas expectativas, y hemos de comprobar si la ciencia puede satisfacerlas adecuadamente. Los fondos que sostienen las actividades científicas proceden en su mayor parte de sectores públicos (Gobierno) o de empresas comerciales privadas, y quienes las aportan desean conocer si su dinero se gasta bien o no.

La productividad de los científicos presenta una distribución fuertemente sesgada. Una ley empírica, enunciada por primera vez por Lotka a finales de la década de los 20 (ley de Lotka), postula que el número de científicos que publican  $n$  trabajos en su vida es proporcional a  $1/n^2$ . Dicho más llanamente, si consideramos que en un grupo de científicos hay 10.000 que publican un solo trabajo durante su vida, habrá 100 que publiquen 10 trabajos, y solamente uno que publique 100. Hay pues pocos científicos muy productivos, pero a ellos se debe una gran proporción del progreso de la Ciencia. La ley de Lotka se cumple sólo aproximadamente. El exponente de la expresión anterior puede desviarse del valor 2, alcanzando el valor 3 o más, o bien 1.5. Sin embargo el sesgo cualitativo de la distribución está absolutamente claro. Debido al sesgo que presenta la productividad de la ciencia, es preciso asegurarse de que los recursos se destinan a los científicos que pueden resultar más productivos” (*Moravcsik, 1989: 313-314*).

Otra opinión importante sobre la evaluación de la ciencia es la de Bruno Maltrás Barba, quien en su libro: *Los indicadores bibliométricos* nos dice lo siguiente:

“En estas tres últimas décadas se ha observado una explosión de estudios sociales sobre el funcionamiento e impacto de las actividades científicas. Dentro de éstos, los estudios cuantitativos han surgido como un nuevo complejo disciplinario teórico y práctico, en cuyo seno se han desarrollado nuevos métodos de aproximación empírica a la ciencia basados en baterías de indicadores cuantitativos acerca de su institucionalización, producción y calidad.” (*Maltrás, 2003: 11*).

### 2.1.1 Antecedentes de los métodos de evaluación de la ciencia.

Entre los antecedentes de los métodos y herramientas que se han establecido en el proceso de evaluación de la ciencia, es válido destacar 3 fases como las más importantes en el nivel mundial, en ellas han contribuido una gran cantidad de investigadores e instituciones, de los cuales, para ofrecer una visión totalizadora, citaré solamente sus contribuciones y acontecimientos más representativos. Además para una descripción en mayor detalle sobre la evaluación de la ciencia y el concepto de calidad científica, véanse las siguientes obras: La tesis doctoral de Zaida Chinchilla Rodríguez: *Análisis del dominio científico español: 1995-2002 (ISI Web of Science)* (Chinchilla, 2004: .21-22, 52-60); los artículos de Rosa Sancho: *Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología; revisión bibliográfica* (Sancho, 1990: 844-847) y *Medición de las actividades de ciencia y tecnología; estadísticas e indicadores empleados* (Sancho, 2001: 382-386); el artículo de Gastón Heimeriks y Peter van den Besselaar: *State of the art in bibliometrics and webometrics* (Heimeriks: 5-7); el manual de Yoshiko Okubo: *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples* (Okubo, 1997: 10) y el libro de Bruno Maltrás: *Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicaciones al análisis de la ciencia* (Maltrás, 2003: 169-206), las cuales he tomado como fuentes de datos para este apartado.

Las fases son las que describiré brevemente a continuación:

- a) Fase de iniciación, de aproximadamente 1917 hasta los años 50's. Durante los cuales tuvo lugar el primer recuento bibliográfico sobre anatomía (1917). Encontramos también un conteo de la publicación *Journal of American Chemical Society* (1927). La publicación de los modelos teóricos de Lokta (1929) y Bradford (1948), los cuales están enfocados a la medición de la productividad de los científicos, dispersión de las publicaciones y de palabras en lingüística. Desde 1923 se empezaron a utilizar los conteos de trabajos publicados para comparar la productividad científica de diversos países. En 1939 encontramos estudios sobre la función social de la ciencia, en sus aspectos de política y administración científica.

- b) Fase de establecimiento, cubriendo aproximadamente de los 50's hasta los 80's. En la década de los 60's se produjeron acontecimientos importantes y por lo mismo dignos de ser mencionados, por un lado, se acuñó el término *Ciencia de la Ciencia* y fue esto punto de partida para la aplicación de los recursos y métodos científicos al análisis de la ciencia misma; por otra parte se definió el término *Bibliometría*, como la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina por medio de la contabilidad y análisis de las facetas de la comunicación escrita; además se definió el término *Ciencimetría* o *Cienciometría* como la aplicación de métodos cuantitativos sobre la investigación del desarrollo de la ciencia considerada como proceso informativo. También se produjo un amplio impulso a los estudios bibliométricos para medir los resultados de las investigaciones, favorecido tanto por la automatización de los datos bibliográficos lo que facilitó la búsqueda de información, como por una mayor demanda de las autoridades responsables de la planificación científica. Se crean en esta época la Teoría de la Citación de Garfield y en 1963 el Institute for Scientific Information (ISI) en la ciudad de Philadelphia, quién a su vez publica el *Science Citation Index* (SCI) y de este mismo año es la producción del *Manual de Frascati*, para la medición de las actividades científicas y técnicas, promovido por la OCDE y de quién se abundará más adelante.

De los años 70's podemos destacar la creación de la revista *Scientometrics* en 1978, así como la adopción y estudio del concepto de la calidad en los estudios cuantitativos de la ciencia.

- c) Fase de consolidación, a partir de 1980 y hasta la actualidad. En esta época la Bibliometría alcanza un nivel de consolidación tanto de manera conceptual como por las aplicaciones y canales de difusión utilizados. En cuanto a las herramientas se registra un gran avance en la evaluación de la ciencia, por el desarrollo amplio de la tecnología informática y su aplicación en el diseño y disponibilidad de las bases de datos bibliográficas. Aquí podemos citar también la creación del Comité de Informetría con sede en la

India, como parte de la Federación Internacional de Documentación que data de 1980. Su objetivo primordial es la aplicación de las matemáticas a las ciencias de la información y la creación de indicadores científicos.

Los diversos métodos empleados para la evaluación de las actividades científicas, los encontramos agrupados en 3 categorías a citar:

1) Por indicadores de producción bruta sin considerar la calidad de la publicación. 2) Revisión por expertos o pares conocido también como el “peer review”. 3) Combinación de cantidad y Calidad.

Desde 1995, se establecen los procedimientos de evaluación bibliométrica: el análisis bibliométrico de la producción científica y los mapas de la ciencia. El análisis bibliométrico de la producción científica evalúa variables científicas a partir de datos bibliográficos. Las bases de datos de uso generalizado para dicho procedimiento son las del ISI, y normalmente se enfoca en la medición de los investigadores por sus publicaciones y el impacto de su actividad a través de las citas recibidas. Los mapas de la ciencia, consisten en la representación de amplios dominios científicos, a través de una metáfora espacial que muestra las similitudes y relaciones existentes entre las unidades objeto de estudio. Para la construcción de dichos mapas se utilizan una serie de técnicas de reducción de la dimensión como el Análisis de Cluster, Escalamiento Multidimensional (MDS) y el Análisis Factorial, Mapa Auto Organizativo que está basada en un tipo de red neuronal y el Análisis de Redes Sociales. Entre los últimos estudios que aplican esta técnica encontramos a investigadores de la Universidad de Drexel y la Universidad de Granada – Grupo Scimago- Proyecto *Atlas de la Ciencia Española (Moya y otros, 2004)*.

#### *2.1.2 Acciones en materia de normalización estadística y organismos involucrados.*

Para fines de evaluación de la ciencia, el proceso científico puede ser considerado como un balance coste-beneficio, o inversión-resultado (input-output).

Entonces las inversiones que se aplican en la ciencia al ser tangibles pueden medirse a través de indicadores económicos, como recursos financieros aportados, gastos erogados y recursos humanos disponibles. En contraste, los resultados de la ciencia al ser intangibles y multidimensionales son prácticamente imposibles de medir con indicadores económicos. Es requerido entonces la normalización de estadísticas y construcción de indicadores especializados que a su vez sean validos y comparables internacionalmente (*Sancho, 2001*).

Algunos de los esfuerzos que se han realizado en el ámbito de la normalización estadística para la I+D, han sido localizados en Rusia en 1930, en EE.UU. a través de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) (*Sancho, 2001*) y en el nivel internacional por medio de la OCDE, que retomando los intentos previos y analizando los métodos empleados para las encuestas sobre gastos de I+D, estableció el *Manual de Frascati* con la participación y consenso de los expertos en estadísticas de los países miembros. (*OCDE, 2002*)

La importancia del trabajo de la OCDE, ha permitido un desarrollo sostenido en el mejoramiento de las técnicas de encuestas, dotándolas de precisión y comparabilidad de los datos.

“La OCDE, basándose en el principio de consenso común entre sus países miembros, es el líder mundial en el desarrollo de manuales estadísticos tendientes a homogeneizar, a nivel internacional, los procedimientos para la selección y recogida de datos estadísticos de CyT y los subsiguientes indicadores” (*Sancho, 2001: 384*).

Sobre la base del *Manual de Frascati*, la OCDE ha producido una serie de manuales conocidos como *Familia Frascati*, dirigidos a la recopilación e interpretación de los datos estadísticos relativos a las actividades científicas, tecnológicas y de innovación, que se van revisando y actualizando de manera periódica.

En la tabla 1, podemos ver una relación de dichos manuales.

Tipo de Datos	Título
Inversiones y Gastos en I+D	Método tipo para realizar encuestas sobre la investigación y desarrollo experimental. ( <i>Manual de Frascati</i> , 1963, 1970, 1976, 1981, 1983, 2002)  Estadísticas de I+D y medida de los resultados en enseñanza superior. ( <i>Suplemento del Manual de Frascati</i> , 1989)
Balanza de pagos Tecnológicos (BPT)	Método para el recuento e interpretación de datos sobre balanza de pagos tecnológicos ( <i>Manual de BPT</i> , 1990)
Innovación	Directrices para el recuento e interpretación de datos sobre innovación tecnológica ( <i>Manual de Oslo</i> , 1992)
Patentes	Utilización de los datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología ( <i>Manual de Patentes</i> , 1994)
Recursos Humanos en CyT	Manual sobre la medida de recursos humanos en ciencia y tecnología ( <i>Manual de Canberra</i> , 1995)

**Tabla 1.** Manuales metodológicos de la OCDE para la medición de las actividades científicas y tecnológicas (Manuales de la Familia Frascati)

**Fuente:** Sancho, 2001, p.385

Otra organización que participa decididamente en la normalización estadística es la Oficina de Estadísticas de I+D e innovación de la Dirección General XIII (EUROSTAT) de la Unión Europea (UE), la cual publica el informe anual *Research and Development Annual Statistics* que contiene series cronológicas de datos obtenidos de encuestas anuales aplicadas en los países de la UE. Estas estadísticas se caracterizan por presentar los datos distribuidos por regiones en todos los países de la UE y además por presentar los datos relativos a la financiación pública, desglosados por los indicadores socioeconómicos de la investigación conforme a la Nomenclatura para el Análisis y Comparación de Presupuestos Científicos (NABS). (*Sancho, 2001*)

La Red Iberoamericana de Indicadores Científicos y Tecnológicos (RICYT), es una organización que tiene el objetivo principal de recopilar y tratar la información científica y tecnológica de los países de América Latina, España y Portugal. Esta iniciativa se desarrolló a partir del año 1995, en el marco del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) (*RICYT*).

## **2.2 Indicadores para evaluar actividades científicas y tecnológicas (ACT).**

Los parámetros que se emplean en el proceso de evaluación o medición de alguna actividad reciben el nombre genérico de indicadores, los cuales

frecuentemente son organizados en bloques o grupos a fin de caracterizar y analizar el objeto de evaluación.

“El análisis de la actividad científica y tecnológica a través de indicadores socioeconómicos, es una práctica habitual en numerosos países, a la que se han añadido los estudios bibliométricos en la última década. Estos estudios aportan datos que complementan a otros indicadores cuantitativos, como son los recursos económicos y humanos dedicados a la investigación, así como a los indicadores cualitativos basados en la opinión de expertos. Permiten mejorar el conocimiento de la situación de la investigación científica y tecnológica desarrollada en cada comunidad científica, realizar el seguimiento de la actividad investigadora, hacer comparaciones internacionales y tomar las medidas correctoras necesarias”. (*Fernández y otros, 2002: 371-372*).

### 2.2.1 Indicadores de I+D.

En lo referente a indicadores para medición de la ciencia, dada sus características, no resulta viable utilizar un indicador simple. Los indicadores de ciencia y tecnología miden las actividades sistemáticas relativas a la generación, difusión, transmisión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, dentro de los cuales están comprendidos los indicadores bibliométricos. Los indicadores científicos observan la producción científica existente y ofrecen elementos para tomar decisiones en apoyo de los sectores productivos. Además constituyen un apoyo importante para el seguimiento del uso y aprovechamiento de los recursos invertidos en las actividades científicas y tecnológicas. (*Sancho, 2001*). Los indicadores empleados en la medición de las actividades de I+D son:

- Indicadores de inversiones en I+D
- *Indicadores de financiación pública destinada a I+D*
- *Indicadores de gastos en actividades de I+D*
- *Gasto en I+D en la industria.*
- *Gasto de I+D en la enseñanza superior y en la administración.*

### 2.2.2 Recursos humanos dedicados a I+D.

Este apartado se refiere al personal dedicado a I+D y a la reserva de personal para I+D, es decir, tanto los recursos humanos reales y potenciales



Los indicadores que corresponden a este rubro son los siguientes:

- Personal dedicado a I+D.
- Reserva de personal dedicado a I+D.

### *2.2.3 Indicadores de resultados de I+D.*

En las actuales economías basadas en conocimiento, la productividad de la ciencia y la tecnología tiene un alto significado estratégico. Algunos países invierten una gran cantidad de recursos financieros en actividades de CYT. Por ejemplo, según se ha indicado, la media de países de la OCDE dedica a las actividades de I+D el 2% de su PIB. Desde una perspectiva política, es necesario conocer los beneficios que resultan de tales inversiones, es decir, se hace necesario medir el conocimiento generado. Para medir la producción científica y tecnológica, se emplean estrategias distintas a las empleadas para los indicadores de inversiones, precisamente por su naturaleza distinta. (Sancho, 2001).

#### *2.2.3.1 Indicadores de producción científica: Bibliometría.*

El conocimiento científico y técnico se almacena y distribuye tradicionalmente por medio de publicaciones. Mediante la observación y tratamiento matemático y estadístico de los datos bibliográficos, incluidos en dichas publicaciones (artículos de revistas, patentes, libros y otros medios de comunicación científica escrita), se llega a comprender el estado de la ciencia y la tecnología. La Bibliometría, es la disciplina científica que estudia las características y comportamiento de la ciencia y la tecnología a través de las publicaciones científicas. Los indicadores basados en la Bibliometría se caracterizan por ser cuantitativos, aunque, a veces, se les conceda un carácter cualitativo cuando se emplea el análisis de citas. Conviene señalar, no obstante, que un método más objetivo para la evaluación de la calidad científica es la opinión de expertos («per review») (Sancho, 2001)

Para la obtención de estos indicadores no existen guías metodológicas normalizadas, los datos proceden generalmente de fuentes externas a cada país, caso contrario a los indicadores de inversiones. Estas fuentes son principalmente bases de datos bibliográficas, especialmente el *Science Citation Index (SCI)*, que incluye también índices de citas y factor de impacto de las revistas. (Sancho, 2001). Los principales indicadores bibliométricos son los siguientes:

- Indicadores de producción y productividad científica.
- Indicadores de especialización científica.
- Indicadores de impacto y visibilidad basados en citas.
- Indicadores de colaboración científica.
- Otros indicadores bibliométricos.

#### *2.2.3.2 Limitaciones de los indicadores bibliométricos.*

Los indicadores basados en el análisis bibliométrico tienen importantes limitaciones: la primera es que no existe ninguna base de datos que cubra completamente la producción científica total de los países. Generalmente la base de datos utilizada a nivel internacional, para realizar estudios bibliométricos es el *Science Citation Index (SCI)*, producida por el Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia EE.UU. Ésta es multidisciplinar, y refleja principalmente el perfil científico de los EE.UU. y de algunos países de economías desarrolladas. Observa un sesgo importante hacia el área de Ciencias de la Vida, en detrimento de otras ciencias aplicadas como la Ingeniería, Geología, etc. (Sancho, 2001). Aunque esta limitación ha sido refutada por el estudio de Braun, Glanzel y Schubert (Braun y otros, 2000), citado por (Moya y otros, 2004: 17).

El número de revistas fuente que indiza el *SCI*, oscila en los 16,000 títulos, las cuales son las más citadas según registros del ISI y conforman la tendencia denominada como corriente principal de la ciencia «mainstream». Otra característica es que dichas revistas indizadas corresponden de manera

preponderante a países anglosajones y están escritas en inglés. Cabe considerar que aunque hay otras bases de datos como *Scopus* y *Google Scholar* que incluyen índices de citas, el *SCI* es hasta el momento la única base de datos que permite analizar la “citación” de autores y revistas y el “factor de impacto” de revistas. Sin embargo, los indicadores bibliométricos de producción científica obtenidos del *SCI* no permiten que se puedan considerar para realizar comparaciones internacionales, debido a que realmente lo que expresan es la proporción de publicaciones que cada país aporta a la corriente principal de la ciencia, según nomenclatura del propio *SCI* (Sancho, 2001).

Adicionalmente, encontramos otras limitaciones del procedimiento bibliométrico, como que no se puede contabilizar la gran cantidad de información científica comunicada a través de canales no convencionales (informes técnicos, comunicaciones orales entre científicos, etc.). Otros aspectos a tener en cuenta respecto de los indicadores basados en citas son que los trabajos de gran relevancia entran rápidamente a formar parte del cuerpo del conocimiento y son referidos en la literatura sin citar a sus autores, las citas pueden ser muy negativas y críticas; sin embargo no se pueden distinguir de las positivas y se consideran iguales a éstas, las auto-citas se contabilizan igual que si fueran de autores distintos, el tamaño de los grupos de autores que cultivan campos diferentes y el valor del trabajo científico no siempre es reconocido por los contemporáneos, sobretodo cuando proceden de subcampos emergentes. (Sancho, 2001).

#### *2.2.4 Indicadores de resultados tecnológicos.*

Los 2 indicadores de resultados tecnológicos son:

- Patentes.
- Balanza de pagos Tecnológicos (BPT).

### 2.2.5 Indicadores de innovación tecnológica.

Los indicadores que se utilizan de manera común en las actividades de innovación son los datos de ventas o exportaciones de nuevos productos o de productos sustancialmente mejorados, que miden directamente el impacto económico de la innovación. Aunque estos datos son imprecisos, debido a la ambigüedad en el concepto de «novedad», y además, ignoran la innovación de procesos que, en algunas industrias puede ser tan importante o más que la innovación de productos, por ejemplo en la industria química. La OCDE ha publicado el *Manual de Oslo* que proporciona definiciones y metodología para diseñar las encuestas que recogen datos sobre fuentes de ideas innovadoras, inversiones e impacto de la innovación, así como los obstáculos para la misma. Tiene como objetivo de las encuestas explícitamente a las industrias de servicios y no sólo las de fabricación, debido a que en la mayoría de los países de la OCDE, los 2/3 de la producción y el 70% del empleo, se concentran en el sector de servicios, donde la innovación no se relaciona directamente con la I+D, sino que depende más de la tecnología adquirida, de la calidad de los recursos humanos, y de la organización de la empresa (Sancho, 2001).

### 2.2.6 Compendios de Indicadores de I+D.

Publicar series temporales de los indicadores de CyT es una práctica común de los países que han consolidado su sistema científico, en el caso de México, el CONACYT publica anualmente desde el año 2003, los *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas*.

Es importante mencionar a las organizaciones que publican también datos estadísticos de I+D, entre las cuales están la National Science Foundation. (NSF) de los EE.UU. la cual publica los *Science and Engineering Indicators*, la Comisión Europea y sus *European S&T Indicators*, el Observatorio de la Ciencia y la Técnica (OST) de Francia y sus *Science & Technologie Indicateurs*, la UNESCO y el *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities*, y la Red de Iberoamericana de Indicadores Ciencia y Tecnología (RICYT), la cual edita los

*Indicadores de I+D Iberoamericanos/Interamericanos*, con datos de casi todos los países de América Latina. Este repertorio aporta la novedad mundial de que es el único que ofrece indicadores de producción científica recogidos de una serie de prestigiosas bases de datos internacionales de temas científicos, además de las del ISI, pretendiendo de esta forma lograr una mejor comparabilidad entre los países iberoamericanos, por medio de indicadores de producción científica. (Sancho, 2001).

## **2.3 La ciencia y la tecnología en México en el siglo XX.**

Como fue mencionado en la introducción de este estudio, la ciencia en México cuenta con una tradición de varios siglos que ha sido descrita por diversos historiadores e investigadores, aunque para el caso que nos ocupa en este estudio, nos referiremos a los antecedentes más relevantes del siglo XX y con mayor interés a los acontecidos en la segunda mitad, por haberse constituido este período como un parte aguas en cuanto al avance registrado en la ciencia y tecnología mexicana, a decir de Pérez Tamayo (Pérez, 2005: 11).

### **2.3.1 Antecedentes históricos.**

Los antecedentes de la ciencia y la tecnología mexicana, podemos opcionalmente describirlos, a través de los acontecimientos históricos más sobresalientes y por la fundación de instituciones como las educativas, las de servicios hospitalarios, cartográficos, etc. dado que del seno de la mayoría de ellas surgió y se mantiene aún la vocación investigativa, aunque para algunas de ellas su misión principal no sea la investigación científica. Se puede justificar esta forma de descripción en concordancia con el modelo que presenta en este mismo tópico Pérez Tamayo (Pérez, 2005: 11), el cual fue tomado como fuente de algunos datos, corroborados y complementados en algunos casos con los que presenta Ibelís Velasco (Velasco, 1981) (Velasco, 1982). Sobre la base de los objetivos del presente estudio y de esta sección, a continuación en las tablas 2 y 3, se puede revisar la información correspondiente a la fundación de algunas de las instituciones más destacadas, a los acontecimientos y órganos gestores de la CYT mexicana, desde mi particular punto de vista.

<b>Acontecimiento/Institución</b>	<b>Tipo</b>	<b>Fecha</b>
Escuela Nacional Preparatoria.	Educativa (Nivel medio superior)	1867-1913
Comisión Geográfico Exploradora (Transformada en la Comisión Exploradora de la Fauna y la Flora Naturales en 1907)	Dependencia de Gobierno	1877-1914
Ateneo de la Juventud (Transformado en la Universidad popular en 1912-1922)	Grupo Cultural	1909-1912
Universidad Nacional (Transformada en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (1929)	Educativa (Nivel Superior-Posgrado)	1910-
Escuela Nacional de Altos Estudios (Transformada en Facultad de Filosofía y Letras; Escuela de Graduados de la UNAM y Normal Superior) (1924)	Educativa (Nivel Superior-Posgrado)	1910-1924
Revolución Mexicana	Movimiento Social Armado	1910-1921
I Congreso Científico Mexicano	Evento Académico	1912
Secretaría de Educación Pública	Dependencia de Gobierno	1921-
Universidad Obrera	Educativa (Nivel Superior)	1936
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Educativa (Nivel Superior)	1937
Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (Transformada en Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC) 1950 y en Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) 1970	Dependencia de Gobierno	1942-

**Tabla 2.** Acontecimientos e Instituciones del período revolucionario y posterior. (1910-1950)

**Fuente:** (Pérez, 2005) (Velasco, 1981) (Velasco, 1982).

<b>Acontecimiento/Institución</b>	<b>Tipo</b>	<b>Fecha</b>
Centros SEP-CONACYT	Centro de Investigación	1979-
Sistema Nacional de Investigadores. (SNI)	Sistema de Evaluación de la Comunidad Científica	1985-
Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico (Transformada en Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica y Ley de Ciencia de Tecnología)	Ley Federal	1984-1999
Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica	Ley Federal	1999-2002
Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia (CCCP).	Órgano Asesor	1989
Reforma del Art. 3º. Se incorpora la obligación del Estado de apoyar el desarrollo científico y tecnológico.	Ley Federal	1993
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN)	Educación Superior (Posgrado) e Investigación	1961-
Academia de la Investigación Científica (Transformada en la Academia Mexicana de Ciencias).	Asociación Profesional	1959-1996
Academia Mexicana de Ciencias	Asociación Profesional	1996-
Ley de Ciencia de Tecnología (LCYT)	Ley Federal	2002-

**Tabla 3.** Acontecimientos e Instituciones de la segunda mitad del siglo XX y XXI. (1951-2002)

**Fuente:** (Pérez, 2005) (Velasco, 1981) (Velasco, 1982).

### 2.3.2 Instituciones que realizan investigación científica.

Las Unidades que realizan I+D en México, en su mayoría son centros de investigación adscritos a Instituciones de Educación Superior y al CONACYT, entre los más importantes por su tradición científica y producción científica - *Ranking Iberoamericano de Instituciones de Investigación del Scimago Group / Universidad de Granada (Universidad de Granada, 2006)*- encontramos a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” (INCMNSZ), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Universidad de Guadalajara (UdeG), Centros CONACYT -véase tabla 4- e Institutos Nacionales de Salud.

	Nombre la Institución		Nombre la Institución
1	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)	15	Centro de Investigación Científica “Ing. Jorge L. Tamayo” (CIGGET)
2	Centro de Investigación Científica y de la Educación Superior de Ensenada, B.C (CICESE)	16	Centro de Investigación y de Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)
3	Instituto Potosino de Investigación Científica, A.C. – (IPICYT)	17	Instituto de Investigaciones “Dr. José María Luis Mora” (MORA)
4	Centro de Investigación en Óptica, A.C. (CIO)	18	El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)
5	Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	19	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
6	Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR)	20	Corporación Mexicana de Investigación de Materiales (COMIMSA)
7	Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT)	21	Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)
8	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CYAD)	22	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. (CIDETEQ)
9	Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV)	23	Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ)
10	Instituto de Ecología (INECOL)	24	Colegio de Michoacán (COLMICH)
11	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores y Antropología Social (CIESAS)	25	Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, A.C. - CIATEC
12	Centro de Investigación en Docencia Económicas (CIDE)	26	Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos (FIDERH)
13	El Colegio de la Frontera Norte (COLEF)	27	Fondo de Información y Documentación para la Industria (INFOTEC)
14	El Colegio de San Luis, A.C. (COLSAN)		

**Tabla 4.** Centros de Investigación CONACYT  
**Fuente:** CONACYT.

### 2.3.3 La política científica y tecnológica.

En México, observamos que la cultura en materia de legislación en CYT es muy reciente, puesto que la primera ley data de poco más de una década. Sin embargo, el camino por el que ha transitado la comunidad científica mexicana ha sido azaroso, dado que, sobre todo durante la revolución mexicana de 1910-1921 y algunas de las decisiones gubernamentales en el período posrevolucionario, dificultaron el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas, baste citar el cierre de instituciones en las cuales se realizaba investigación científica, como el Instituto Médico Nacional en 1915 (*Pérez, 2005, p.95*), las escasas partidas presupuestales y el objetivo político que significó la Universidad Nacional –ahora UNAM y máxima institución educativa y científica mexicana- hasta la obtención de su autonomía administrativa y académica lograda en 1929, que se hizo efectiva en 1934 y que tal vez no fue digerida por el Estado hasta que sucedieron los trágicos hechos en los que terminaron los movimientos estudiantiles de protesta contra las decisiones autoritarias del régimen político de 1968 –Presidente Gustavo Díaz Ordaz- y 1972 –Presidente Luis Echeverría- y que arrojaron resultados de varios cientos de activistas asesinados de manera inmisericorde por parte de los “Cuerpos represivos del Estado”. (*Pérez, 2005*).

La Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico (LCPCC), que fue la primera relacionada con CYT en México, fue aprobada en 1984 y contiene las bases y elementos para la integración y funcionamiento de un Sistema Nacional de CYT, al interior del Sistema Nacional de Planeación, además se enfoca en la búsqueda de mecanismos de coordinación al interior de la Administración Pública Federal. Además establece que:

“Siempre debe existir un Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, y creó una Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico, encargada de definir la política nacional sobre el tema, el programa respectivo y su operación anual.” (*Pérez, 2005: 255*).

Un rasgo interesante de la LCPCC fue que otorgó al CONACYT el carácter de participante en la planeación del desarrollo científico y tecnológico del país, al formar parte de la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico, superando



así su función de órgano asesor del Poder Ejecutivo que le correspondía antes de la promulgación de dicha ley. (Pérez, 2005: 256)

En 1993 se realizó una reforma al Artículo 3º. De la Constitución Política de los Estados Unidos de México, el cual legisla en materia de Educación Pública, ratificando el compromiso del Estado de apoyar el desarrollo de CYT. (México, 1917: .3).

Las políticas científicas deben incluir medidas para evaluar periódicamente que los planes establecidos se estén aplicando de manera satisfactoria, para quienes participan y se benefician del sistema de la ciencia de un país. En este mismo tenor encontramos entre otros autores, lo que nos dice Joan Bellavista en su documento: *Políticas para la ciencia, la tecnología y la innovación: reflexiones de actualidad para el cambio de milenio*.

“Las políticas a seguir requieren una evaluación continua para asegurarnos que trabajamos en la dirección correcta, al menos en el sentido que se habían planteado en su inicio. Este proceso también es importante para permitirnos reconsiderar los conceptos y procesos que se ofrecían hasta el momento. Y de esta forma aplicar los cambios pertinentes que nos plantea el nuevo diseño. La evaluación puede además, proveer información útil para una mejor gestión y administración de la investigación, y plantear cambios y mejoras para las futuras políticas” (Bellavista, 2000).

En 1999 fue aprobada la *Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica* y derogada por la *Ley de Ciencia de Tecnología* del 2002, la cual contiene 4 elementos importantes en relación con el impulso de la CYT del país: 1) Establecimiento de un Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica (SIICyT) por parte del CONACYT. 2) Creación de las partidas presupuestales denominados: Fondos CONACYT y Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, para apoyar la CYT, ambos administrados por el CONACYT. 3) Constitución del un Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología, como un órgano autónomo de consulta del Poder Ejecutivo, en el que participan el Consejo Consultivo de Ciencias para la Presidencia, la ANUIES, la AMC, entre otras. 4) Creación de la figura del Centro Público de Investigación, para denominar a los 27 centros CONACYT, incluyendo a 19 Institutos Nacionales de Salud, al

Consejo de Recursos Minerales y al Hospital General “Doctor Manuel Gea González”. (Pérez, 2005: 256) (México, 2002).

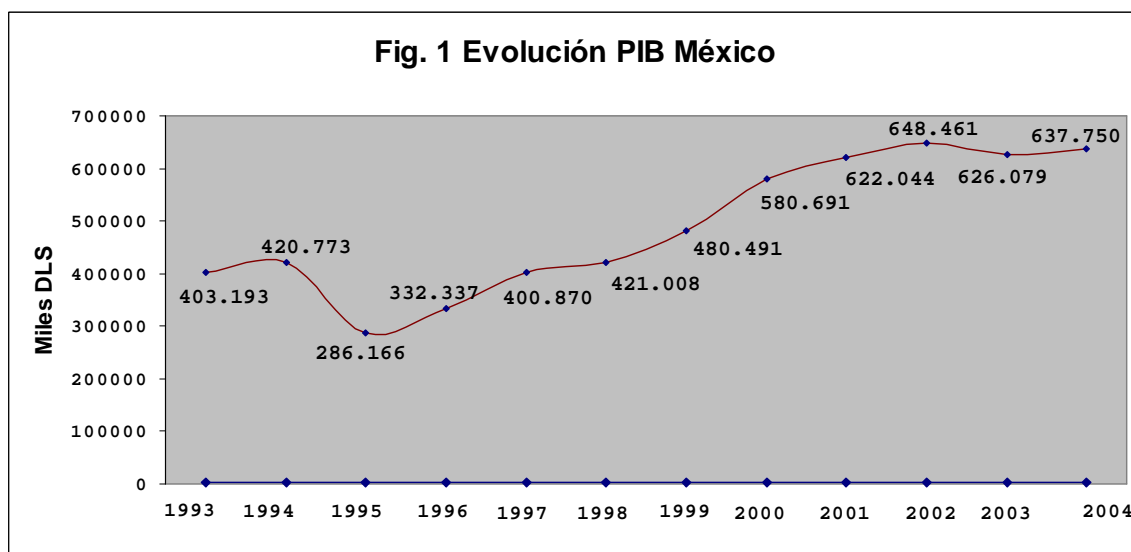
#### 2.3.4 México en el contexto internacional.

Los indicadores de inversiones en I+D miden los recursos nacionales que se dedican a dicho rubro. Se trata de los principales indicadores utilizados y aceptados para evaluar y comparar los esfuerzos en I+D en los diferentes países y regiones (Sancho, 2001).

En la segunda mitad del siglo XX, principalmente a partir de la década de los 1980's, la CYT mexicana recibió un mayor reconocimiento e impulso de parte del Estado, esto se puede evidenciar tanto por la aprobación de legislación en la materia –la última ley data de 2002 y ha sido actualizada en el 2006-, como por programas de estímulos al desempeño de los investigadores – creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 1984- y por un crecimiento continuo del Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCyT) para financiar las Actividades Científicas y Tecnológicas, el cual fue 13,92% más alto en el año 2003, con respecto del de 1999, último año del sexenio del Presidente Ernesto Zedillo. (RICYT).

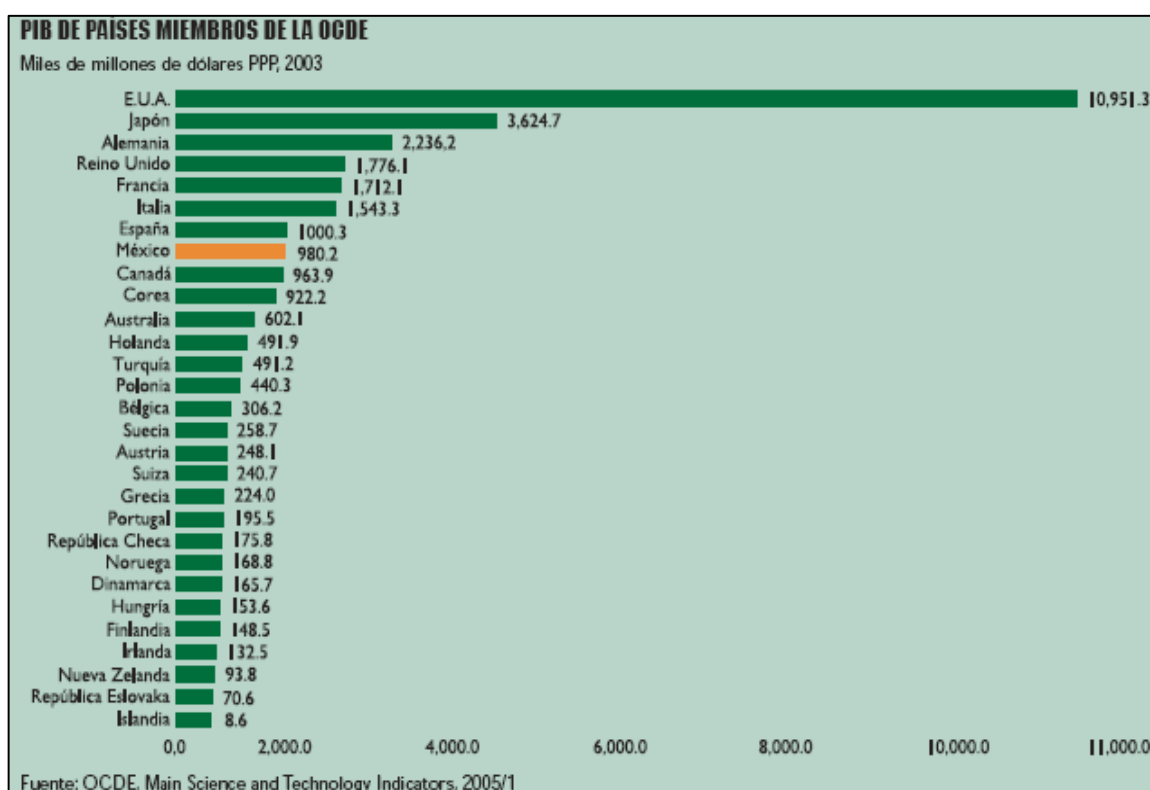
La comunidad científica en el nivel nacional ha influido de manera importante en esta situación de mejoría en su relación con el Estado y la política científica, como ya se mencionó en el marco teórico de este estudio, (véase punto 2.3.3), pero baste recordar, que si los científicos no hubieran persistido en mantener su vocación intacta a los vaivenes de la política y los problemas sociales y presupuestales, la situación actual podría haber sido menos afortunada.

Podemos destacar que el Producto Interno Bruto (PIB) -ha mantenido un incremento constante durante 1993-2004 como se muestra en la *figura 1*. Comparando el PIB mexicano en el nivel mundial, podemos ver que se encuentra ubicado en el puesto 8 de la clasificación de la OCDE, representado en la *figura 2* (México, 2005: 195).



**Figura 1.** Evolución del PIB en México, expresada en millones de DLS. (1993-2004)

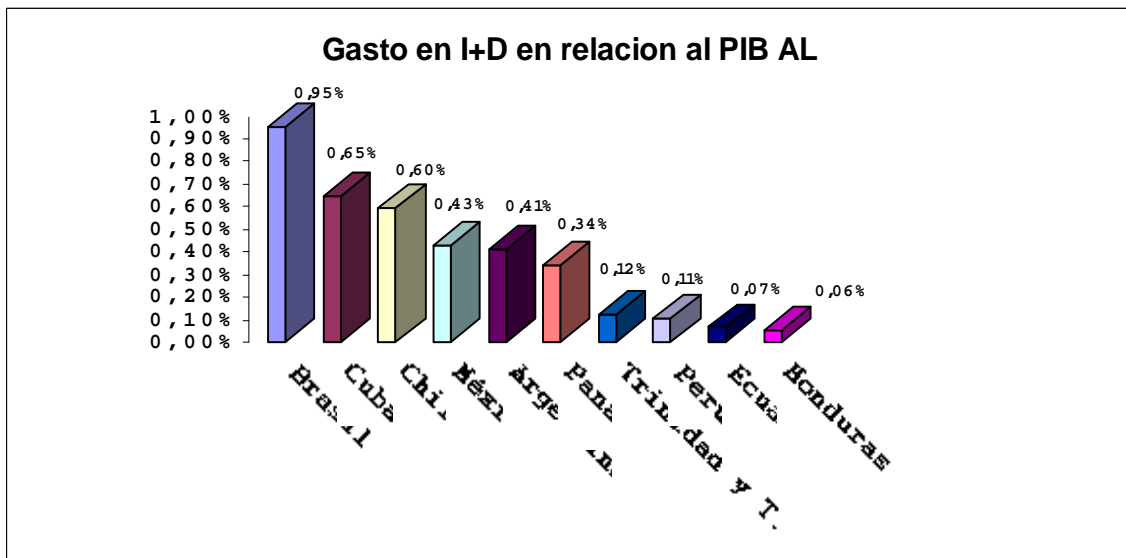
**Fuente:** RICYT. CONACYT



**Figura 2.** PIB Países de la OCDE expresada en miles de millones de DLS. (2003)

**Fuente:** CONACYT.

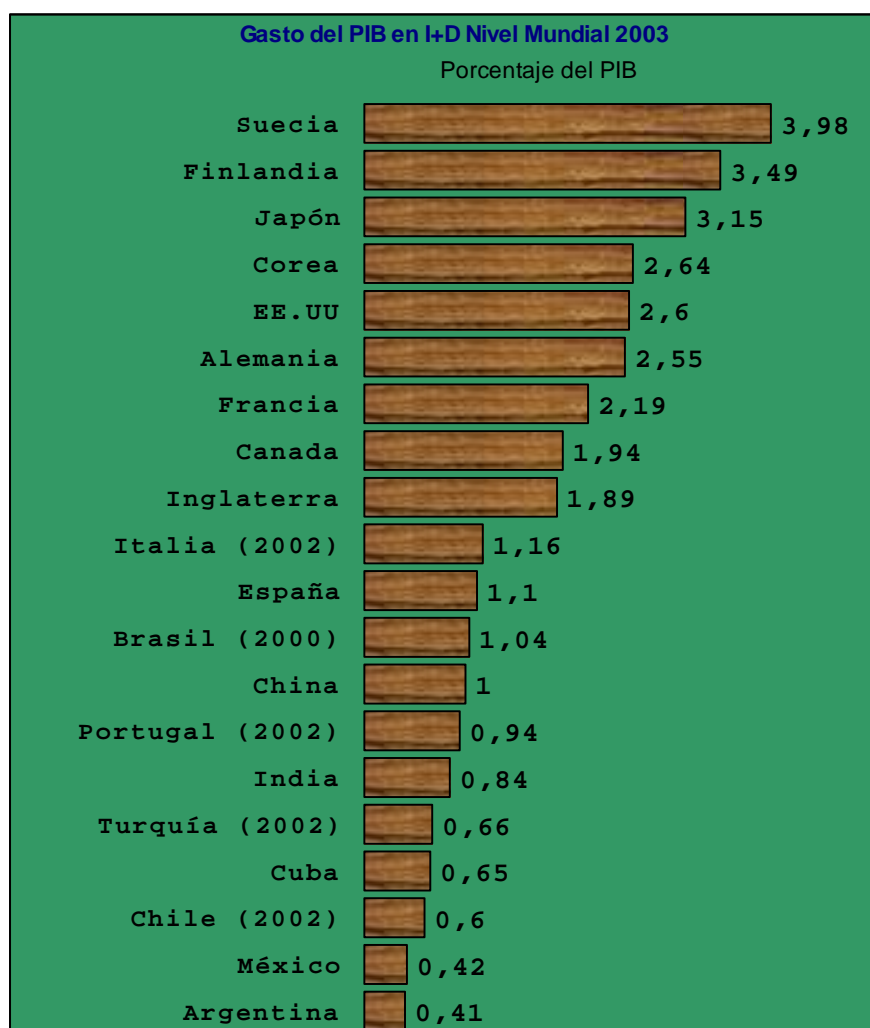
El gasto dedicado a la I+D ha observado un crecimiento en mayor proporción del PIB, aunque no se ha cumplido la meta de llegar al ejercicio presupuestal del 1% del PIB –el más alto fue de 0.43% en 1999 y 2004- para cumplir con las recomendaciones de la OCDE y el PECYT promovido por el CONACYT en el año 2002, situando a México en 4º lugar en el nivel de América Latina, después de Brasil, Cuba y Chile, como se puede observar en la *figura 3*, según *Indicadores de Ciencia y Tecnología* publicados por la RICYT en el 2003.



**Figura 3.** Porcentaje del PIB dedicado a la I+D en América Latina (2003)

**Fuente:** RICYT.

Mientras que en el nivel internacional, en un conjunto de 25 países México se sitúa muy por debajo de los países económica y tecnológicamente desarrollados, como: Suecia (3.98%), Finlandia (3.49%), Japón (3.15%), Corea (3.64%), EE.UU (2.60), Alemania (2.55%), Francia (2.19%), Canadá (1.94%), Inglaterra (1.89%), Italia (1.16%), España (1.1%) y de algunos en desarrollo como Brasil (1.04%), China (1%), Portugal (0.94%), India (0.84%), Turquía(0.66%), Chile (0.6%). Destaca también Cuba con (0.65) (*México, 2005: 31, 199*). En la *figura 4* se puede ver mejor quienes están por encima y debajo del 1% de su PIB.

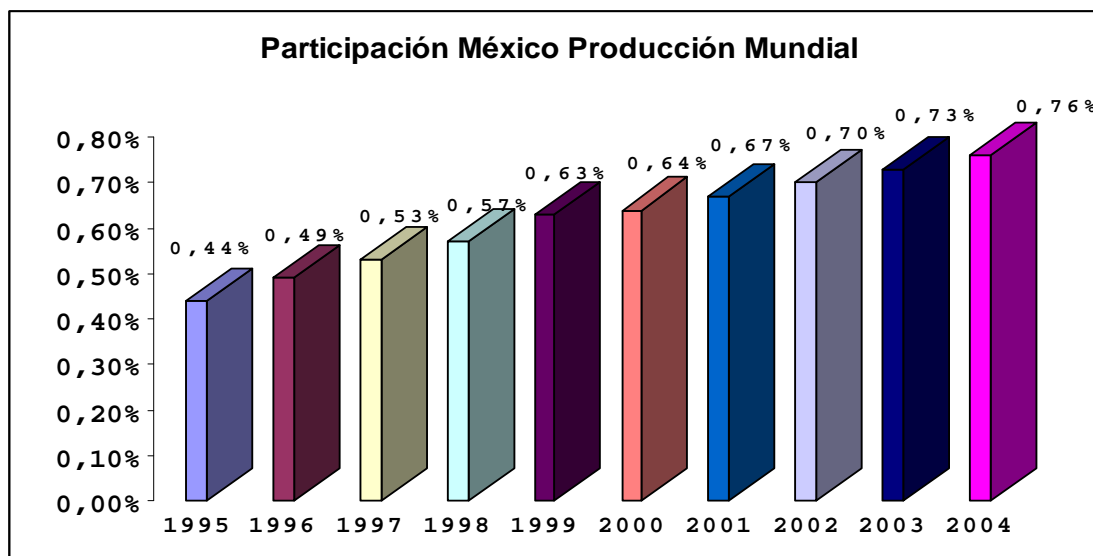


**Figura 4.** Porcentaje del PIB en I+D en el nivel Mundial (2003)

**Fuente:** CONACYT (OCDE/RICYT)

Sin embargo se debe destacar que la calidad y los resultados de la investigación científica han observado un crecimiento sostenido, sobre todo en la última década, de tal suerte que en algunas disciplinas como las del Área Biomédica igualan en calidad a la investigación de países económica y tecnológicamente desarrollados. (Pérez, 2005: 309) (Pérez, 2005b). En el nivel internacional, en cuanto a producción de resultados científicos, México elevó su aportación de %0.44 de 1995 a 0.76% en 2004, como lo muestra la *figura 5*. Además siguió conservando el lugar 21 en la clasificación de la OCDE, lo cual se aprecia en la *tabla 5*.

Mientras que en el nivel latinoamericano ocupa el 2º lugar, después de Brasil que aporta el 1.53%, de acuerdo con los datos que el CONACYT obtuvo del *Science Citation Index* (SCI) del Institute for Scientific Information (ISI) -véase *tabla 10*, p. 69- (México, 2005: 77),



**Figura 5.** Evolución de la Aportación de México a la Producción Científica Mundial. (1995-2004)

**Fuente:** ISI. (CONACYT, 2005)

PARTICIPACION EN LA PRODUCCION TOTAL MUNDIAL DE ARTICULOS DE LOS PAISES MIEMBROS DE LA OCDE							
No.	País	Participación		No.	País	Participación	
		2004	2000-2004			2004	2000-2004
1	Estados Unidos	33.29	33.63	16	Turquia	1.46	1.07
2	Japón	8.90	9.38	17	Dinamarca	1.03	1.04
3	Reino Unido	8.70	9.04	18	Austria	1.00	0.99
4	Alemania	8.27	8.63	19	Finlandia	0.96	0.99
5	Francia	5.86	6.18	20	Grecia	0.81	0.74
6	Canadá	4.59	4.49	21	México	0.76	0.70
7	Italia	4.47	4.33	22	Noruega	0.70	0.68
8	España	3.22	3.08	23	Rep. Checa	0.64	0.60
9	Australia	2.93	2.88	24	Nueva Zelanda	0.57	0.58
10	Holanda	2.59	2.58	25	Hungría	0.56	0.49
11	Corea	2.50	2.15	26	Portugal	0.52	0.54
12	Suecia	1.94	2.01	27	Irlanda	0.41	0.38
13	Suiza	1.90	1.86	28	Rep. Eslovaca	0.23	0.24
14	Polonia	1.52	1.41	29	Islandia	0.05	0.05
15	Belgica	1.43	1.38	30	Luxemburgo	0.02	0.02

Fuente: Institute for Scientific Information, 2005.

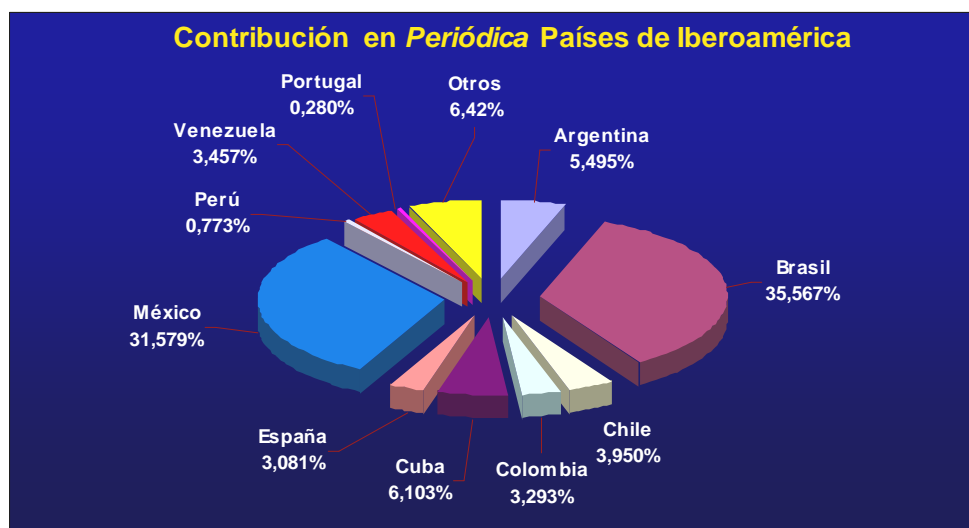
**Tabla 5.** Producción Científica Mundial Países de la OCDE. (2000-2004)

**Fuente:** ISI. (CONACYT, 2005)

Es importante señalar también, que hay científicos que difunden los resultados de sus investigaciones en publicaciones nacionales e internacionales, que aunque son arbitradas no cumplen con todos los “criterios de calidad” para ser indizadas en el SCI, y por lo tanto, generalmente no se valoran dichos resultados de investigación

Una de las limitantes que se esgrime frecuentemente –lo cual es refutable en cierta medida- es que no se cuenta con bases de datos similares a las del SCI para la producción latinoamericana. Una medida que se ha tomado por los países integrantes de la RICYT para minimizar los efectos de este sesgo importante, ha sido tomar en cuenta la producción latinoamericana obtenida de otras bases de datos especializadas entre las que se encuentran *Medline*, *Compendex*, *Inspec*, *Pascal*, *Biosis*, *Chemical Abstract* y otras de cobertura multidisciplinaria, como *Periodica* y *Clase* que registran la producción latinoamericana y que son producidas por la Dirección General de Bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGB-UNAM).

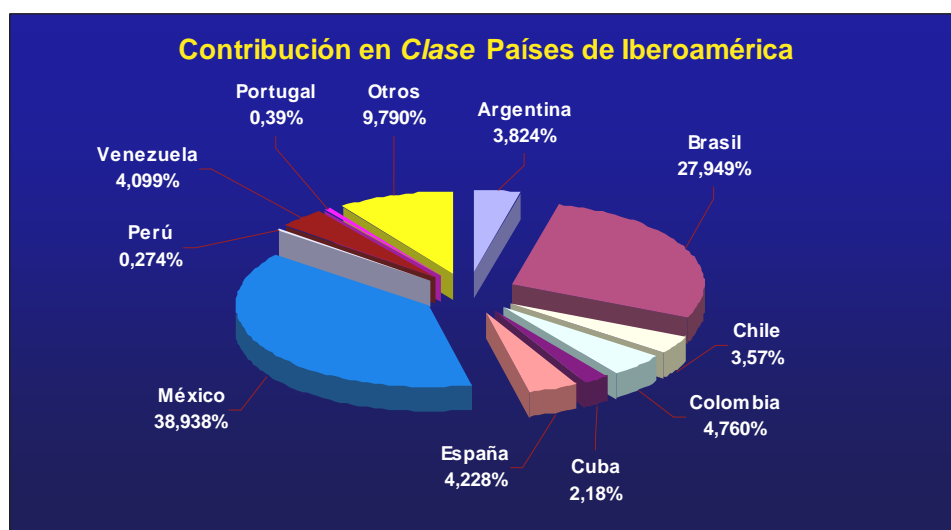
Analizando la producción científica en *Periodica* en el 2003 encontramos que México ocupó el 2º lugar, contribuyendo con el 31,57%, después de Brasil, lo cual se muestra en la *figura 6 (RICYT)*.



**Figura 6.** Contribución en *Periodica* Países de Ibero América. 2003

**Fuente:** RICYT.

En cuanto a la producción científica en *Clase en el año 2003*, México ocupó el 1º lugar, contribuyendo con el 38,93% como se muestra en la *figura 7 (RICYT)*.



**Figura 7.** Contribución en *Clase* Países de Ibero América. 2003

**Fuente:** RICIT.



### **3. Metodología.**

La metodología de investigación utilizada en el presente estudio, es de tipo histórica, soportada por un método o técnica de investigación de tipo documental y de análisis estadístico descriptivo (estadísticas secundarias).

Los estudios que utilizan la metodología histórica, buscan describir y entender los eventos del pasado y las experiencias humanas a través de la colección, evaluación, análisis e interpretación de datos históricos. (Muela-Meza, 2004: 9).

En cuanto al método documental se refiere, los documentos pueden ser tratados como una fuente de datos en su propio derecho –en efecto, una alternativa a los cuestionarios, las entrevistas, o la observación-. En las ciencias sociales, la investigación basada en la biblioteca, investigación de escritorio, investigación caligráfica e investigación de archivos, son tipos de investigación en la cual los datos provienen de los documentos de un tipo u otro (Descombe, 2003: 212) citado por (Muela-Meza, 2004: 10).

La estadística descriptiva, como parte de la estadística matemática, trata de la descripción numérica de conjuntos, siendo particularmente útil cuando éstos son de muchos elementos, valorando matemáticamente y analizando el colectivo representado por el conjunto sin pretender obtener conclusiones más generales, que es objeto de la estadística inductiva o inferencia estadística (Tomeo, 2003, p.2)

Las actividades que se llevaron a cabo son las que se describen a continuación:

#### **3.1 Revisión y análisis de literatura (Estado de la cuestión) para las secciones teóricas.**

3.1.1 Búsquedas bibliográficas en bases de datos principalmente en el Science Citation Index del Institute for Scientific Information, *Clase y Periodica* de la UNAM.

3.1.2 Búsquedas en Internet, a través del buscador Google y Google Scholar, mediante la opción avanzada y directamente en la página web del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Estadística e Informática de México.

3.1.3 Obtención de documentos mediante las revistas electrónicas, libros y Préstamo Interbibliotecario a través del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Granada de España y de la Universidad Autónoma de Nuevo León de México.

### **3.2 Revisión y selección de un conjunto de indicadores socioeconómicos.**

Los indicadores que se utilizaron como referencia fueron los siguientes:

3.2.1 Indicadores propuestos por la OCDE en el *Manual de Frascati*, para medir la inversión financiera en I+D y recursos humanos que realizan I+D.

3.2.2 Indicadores propuestos por la OCDE en el *Manual de Canberra*, para medir los recursos humanos que realizan I+D.

3.2.2 Indicadores bibliométricos propuestos por Okubo/OCDE en el documento *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples*, para medir la producción científica.

3.2.3 Indicadores de la RICYT, para medir la inversión financiera y recursos humanos de la I+D.

3.2.4 Indicadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Instituto Nacional de Estadística e Informática de México, que compilan la información estadística de la I+D. Es importante destacar que fue necesario normalizar a Dólares Estadounidenses, algunos datos

correspondientes a cifras de gasto en CYT expresadas en pesos mexicanos, para poder realizar comparativos internacionales.

### **3.3. Recopilación y análisis estadístico (estadísticas secundarias) de indicadores socioeconómicos y de producción científica.**

Se recopilaron y analizaron datos estadísticos de I+D del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Instituto Nacional de Estadística e Informática de México y de la Red de Iberoamericana de Indicadores Ciencia y Tecnología RICYT, a través de técnicas estadísticas descriptivas con el software MicroSoft Office Excel.

## **4. Fuentes de los Datos.**

Los tipos de fuentes de datos que fueron utilizados para documentar el estudio son los que se describen a continuación:

### **4.1 Documentos primarios que versan sobre el tema de estudio:**

Artículos de revistas y de periódicos.

Libros.

Tesis.

Reportes e Informes del Gobierno de México y de organismos internacionales.

### **4.2 Compilaciones Estadísticas:**

2.1 Gobierno de México: Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT) e Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI).

2.2 Organismos Latino americanos: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

## **5. Análisis de los Indicadores Socioeconómicos (Recursos Financieros) de la I+D de México.**

Los Indicadores de inversiones en I+D, miden los recursos nacionales dedicados a ciencia y tecnología (CYT). Se trata de los principales indicadores utilizados y aceptados para evaluar y comparar los esfuerzos en I+D en los diferentes países y regiones (*Sancho, 2001*).

En cuanto a inversión financiera en CYT en México, es importante precisar que existen diversos sectores que conforman la economía nacional y que aportan recursos en los diferentes componentes de las Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT), estos son: Investigación y Desarrollo Experimental (IDE), Servicios Científicos y Tecnológicos, y Educación de Posgrado.

También se deben precisar los diversos tipos de inversión financiera que se realizan, tanto por parte del Sector Público, como por el Sector Privado.

En el año 2005 el CONACYT presentó su *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología (México, 2005)*, en el cual distingue y describe 3 tipos de gastos: Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCYT), Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT) y Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), los cuales son explicados a continuación:

### **5. 1 Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCYT).**

El GNCYT en el 2003 fue de 55,067.8 millones de pesos (5,102 millones de DLLS.), lo que representa el 0.8 % del PIB de ese año. El Sector Público (CONACYT, Gobiernos de los Estados, Estímulo Fiscal al Sector Productivo e Instituciones de Educación Superior) financió el 61.1%, mientras que el Sector Privado (Gasto de las Familias, Sector Productivo) financió el 38.9% restante, como se muestra en la *tabla 6 (México, 2005)*.

## GASTO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 2003 /e

Por sector de financiamiento

Millones de pesos corrientes

Sector Público						IES	Sector Privado				Total	% del GNCYT	% del PIB	
Actividad	Gasto Federal			Estímulo fiscal	Estados <sup>1</sup>		Total	Gasto de las familias	Sector Productivo	Sector Externo				Total
	Sectores	Conacyt	Total											
IDE	13,714.1	3,079.9	16,794.0	500	112.3	17,406.3	2,282.3		10,385.1	226.3	10,611.4	30,310.0	55.0%	0.44%
Posgrado	3,049.9	2,073.1	5,923.0		385.0	6,308.0	1,072.7	1,472.5	601.9		2,074.4	9,455.1	17.2%	0.14%
Servicios en CyT	4,948.0	448.0	5,396.0			5,396.0	1,180.9		8,725.8		8,725.8	15,332.7	27.8%	0.22%
Total	22,512.0	5,601.0	28,113.0	500	497.3	29,110.3	4,545.9	1,472.5	10,715.8	226.3	21,411.6	55,067.8	100%	0.80%
	40.9%	10.2%	51.1%	0.9%	0.9%	52.9%	8.3%	2.7%	35.8%	0.4%	38.8%	100.0%		

e/ Estimación preliminar.

f/ Aportaciones de los Gobiernos Estatales a los Fondos Mixtos y Educación de Posgrado.

Fuente: Conacyt

PIB de 2003 es de 6,895 miles de millones de pesos

Tabla 6. Gasto Nacional en ciencia y Tecnología 2003

Fuente: CONACYT.

## 5.2 Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT)

Los Indicadores de financiación pública destinada a I+D, se refieren al porcentaje de los presupuestos nacionales destinados a I+D. Muestran la importancia relativa concedida a la I+D en un país en relación con otros objetivos del Estado (Sancho, 2001).

El GFCYT – que se refiere al gasto ejercido por Entidades y Dependencias de la Administración Pública Federal en las diversas ACT- en el año 2004 totalizó 28. 952 millones de pesos (2.806 millones de DLLS.), cifra que representa el 0.38% del PIB de ese año. Es evidente el hecho de que los sectores Educativo, Ciencia y Tecnología, Energía, Agropecuario, Salud y Seguridad Social, y Economía ejercen el 93.8% del gasto total, como se aprecia en el *tabla 7* ((México, 2005).

Sector	2003	2004	Variación real (%)
Educación Pública	9,778	9,869	-4.9
CONACYT	8,562	8,823	-2.9
Energía	5,259	4,468	-19.9
Agricultura	1,926	1,936	-5.2
Salud	2,211	1,423	-39.3
Economía	554	629	7.0
Medio Ambiente	472	540	7.8
Otros Sectores *	2,861	1,264	13.8
<b>Total</b>	<b>31,623</b>	<b>28,952</b>	<b>-8.4</b>

\* Incluye los sectores Gobernación: Relaciones Exteriores, Comunicaciones y Transportes, Marina, Turismo, PGR y estímulo fiscal a la investigación y desarrollo tecnológico.

**Tabla 7.** Gasto Federal en ciencia y Tecnología (GFCyT) (2003-2004)

**Fuente: CONACYT.**

También podemos darnos cuenta que el GFCyT del año 2004 disminuyó en comparación con el del año 2003, cuyo monto fue de 31,623 millones de pesos (2,930.7 millones de DLLS), representando el 42% del PIB de ese año. La razón que se explica es que hubo en el 2004 restricciones presupuestales que afectaron a toda la Administración Pública Federal, derivadas del comportamiento económico registrado en el país (*México, 2005*).

### **5.3 El Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE).**

Los indicadores de gastos en actividades de I+D, miden el gasto interno total, tanto público como privado, que realizan los organismos ejecutores de I+D (Empresas, Educación Superior y Administración). Expresa el esfuerzo relativo realizado por un país para crear nuevo conocimiento y para diseminar o transferir el ya existente (*Sancho, 2001*).

En base a la definición que ofrece el *Manual de Frascati*, se entiende a la investigación y el desarrollo experimental (I+D), como el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido

el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones (OCDE, 2002: 30).

La I+D engloba 3 actividades (OCDE, 2002: 30) que se describen a continuación:

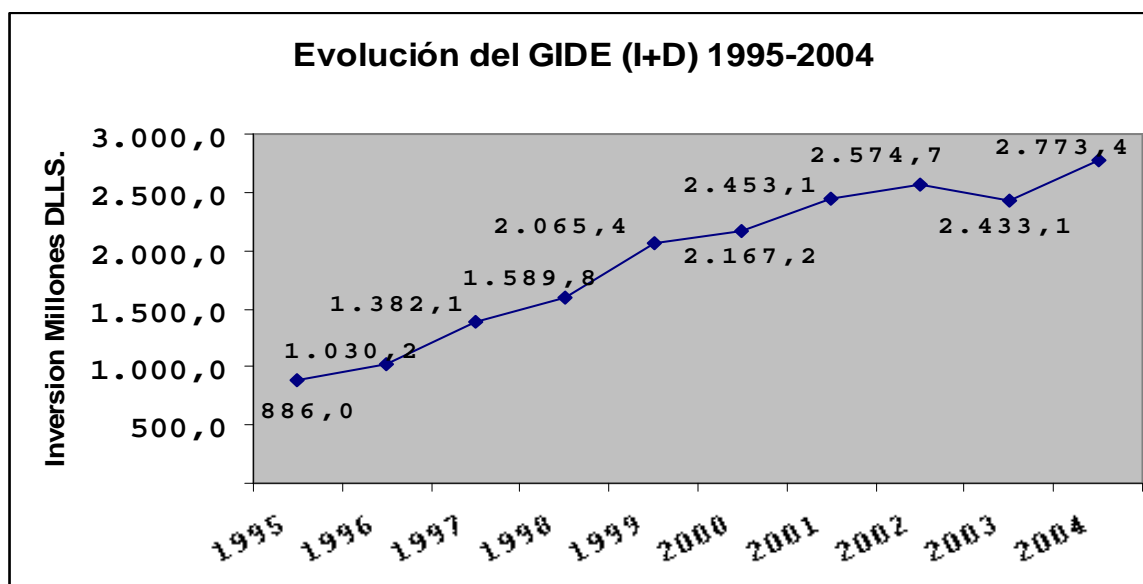
La investigación básica, que consiste en trabajos experimentales o teóricos emprendidos para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles alguna aplicación determinada.

La investigación aplicada, se refiere a la realización de trabajos originales para adquirir también nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida principalmente hacia un objetivo práctico específico.

El desarrollo experimental, que consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes. (OCDE, 2002: 30).

Al tratarse de realización de encuestas de I+D, el *Manual de Frascati*, distingue algunas actividades que tienen una base científica y tecnológica y están directamente relacionadas, aunque se sugiere que no sean tomadas en cuenta, como son: Enseñanza y formación; Otras actividades científicas y tecnológicas afines; Otras actividades industriales; y Administración y otras actividades de apoyo (OCDE, 2002: 30).

El gasto en I+D ha observado un crecimiento importante, sobre todo en los últimos 9 años, como se ve en la *figura 8*, principalmente por un aumento en la participación del Sector Productivo Privado, derivado de los estímulos fiscales que promovió el Estado, a partir de la Ley de Ciencia y Tecnología del 2002 (México, 2005) (México, 2002).



**Figura 8.** Contribución Evolución del Gasto en I+D en México. (1995-2004)

Fuente: INEGI.

### 5.3.1 Gasto en I+D en Relación al Producto Interno Bruto (PIB).

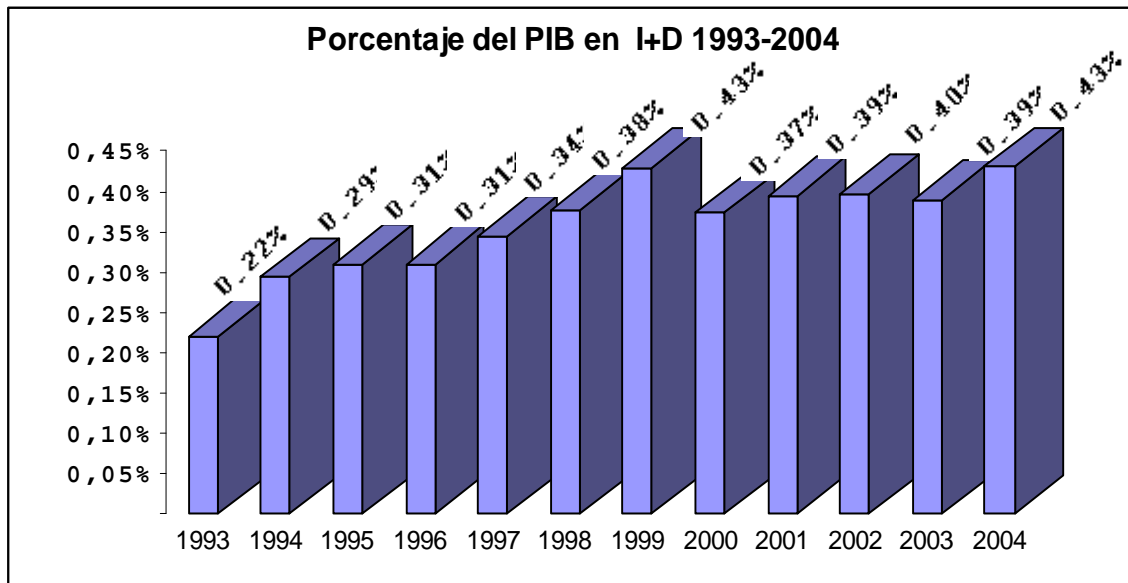
El gasto en I+D como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) de un país, es el indicador por excelencia y el más utilizado por los políticos. Indica la «intensidad» de la I+D nacional. Es un indicador de «input», lo que mide sólo el esfuerzo dedicado a I+D, pero no la eficacia con la que dicho esfuerzo llega a producir nuevo conocimiento (Sancho, 2001).

El porcentaje de I+D en relación al PIB mexicano se ha ido incrementado con el paso de los años, particularmente de 1993 a la fecha, observando su punto más alto en 1999 y 2004, ambos con un 43%, como queda mostrado en la *figura 9*.

### 5.3.2 Gasto en I+D en por Habitante.

La población total de México en el año 2004 fue de 105.3 millones habitantes, mientras que la población económicamente activa (PEA) fue de 43.4 millones. El gasto en I+D en el mismo año fue de 29.931.500 millones de pesos (2.773.4 millones de Dólares) (México, 2005). La correspondencia de gasto en I+D por habitante fue de 26.34 DLLS., mientras que el gasto en relación a la PEA fue de 63.90 DLLS.





**Figura 9.** Porcentaje del PIB en I+D en México. (1993-2004).

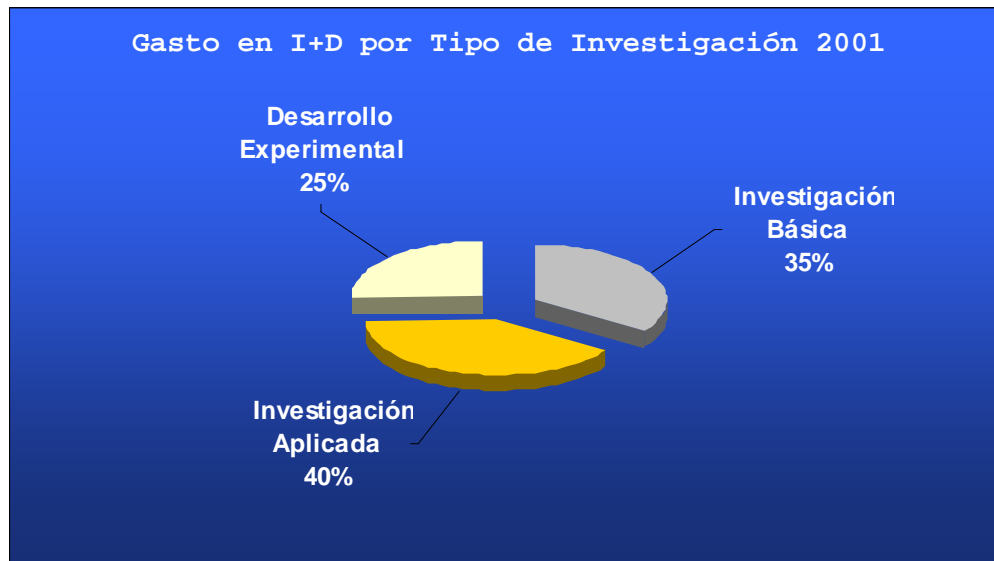
**Fuente:** RICYT/CONACYT.

### 5.3.3 Gasto en I+D por Investigador.

El gasto en I+D que corresponde por investigador para el año 2004, fue de 892 pesos (85 DLLS), a un tipo de cambio de \$10.50 pesos por dólar y calculado sobre la base de un presupuesto de 29.931.500 millones de pesos (2.773.4 millones de Dólares) y una cantidad 33,588 personas dedicadas a investigación de tiempo completo. (*México, 2005: 200*).

### 5.3.4 Gasto en I+D en por Tipo de Investigación.

Al no existir datos actualizados disponibles sobre el gasto de I+D por tipo de investigación, se ofrecen los correspondientes al año 2001, en el cual encontramos que se dedica el 25% a Desarrollo Experimental, 35% a Investigación Básica y 40% a Investigación Aplicada, como puede apreciarse en la *figura 10 (RICYT)*.



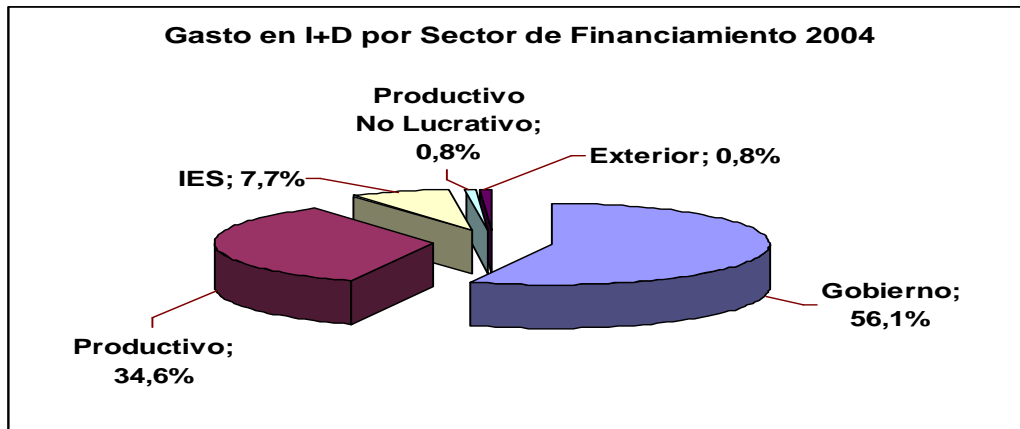
**Figura 10.** Gasto en I+D por Tipo de Investigación en México. (2001).

**Fuente:** RICYT.

#### 5.3.5 Gasto en I+D en por Sector de Financiamiento.

El gasto en I+D en la industria, señala la importancia relativa de los gastos que realizan las empresas en I+D, en relación al total de la economía del país. Expresa también la fortaleza del sector industrial en el país, es decir, la «intensidad» de la I+D llevada a cabo en las industrias, así como la competencia industrial de un país, ya que se trata de cantidades que se emplean en investigación dirigida y aplicada a solucionar problemas o necesidades de las industrias, directamente conectadas con objetivos económicos (Sancho, 2001).

En esta sección, se describe el comportamiento en la estructura del gasto dedicado a I+D por el cada sector de financiamiento, de esta manera encontramos que en el año 2003 el Sector Gobierno aportó el 56.1 % del total. El Sector Productivo contribuyó con el 34.6 % de la inversión total. El Sector de las Instituciones de Educación Superior (IES), participa con sólo 7.7 %. Conviene aclarar que estos recursos se refieren a los presupuestos destinados a la I+D provenientes de recursos propios de la IES. Los Sectores Privado no Lucrativo y externo aportan cada uno menos de 1 %, como se muestra en la *figura 11*. (México, 2005).

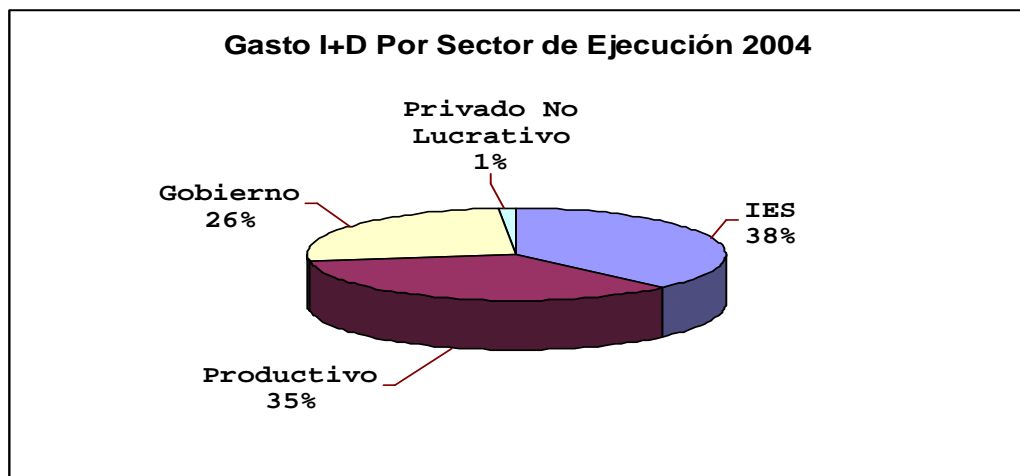


**Figura 11.** Gasto en I+D por Sector de Financiamiento (2004).

**Fuente:** CONACYT.

### 5.3.6 Gasto en I+D en por Sector de Ejecución.

Respecto a la ejecución del Gasto en I+D, se tiene que por vez primera el Sector de las IES realizó la mayor parte de la investigación y desarrollo, al participar con 38 %. Mientras que en el Sector Productivo realizó el 35 % de los trabajos de investigación, aunque en las universidades se realizan tareas que tienen que ver de manera directa con la generación del conocimiento (investigación básica), en las empresas se llevan a cabo actividades de desarrollo tecnológico. Por su parte, en el Sector Gobierno se realizó el 26% de la investigación y el Sector Privado No Lucrativo participó con el 1%, ver *figura 12 (México, 2005)*.



**Figura 12.** Gasto en I+D por Sector de Ejecución (2004).

**Fuente:** CONACYT.

### 5.3.7 Gasto en I+D en por Objetivo Socioeconómico.

La clasificación de los datos de financiación pública de I+D por objetivo socioeconómico, tiene como finalidad ayudar a la administración a formular la política científica y tecnológica. Por lo tanto, las categorías han de ser amplias y las series estadísticas deben reflejar la importancia de los recursos dedicados a cada finalidad principal (defensa, desarrollo industrial, etc.). Sin embargo, la clasificación refleja siempre las intenciones de un programa dado en el plano político, más que el contenido detallado del mismo (OCDE, 2002). El desglose mínimo recomendado es el siguiente:

#### 5.3.7.1 Defensa.

El objetivo de la I+D en defensa es la creación o mejora de técnicas o equipos destinados a ser utilizados por las fuerzas armadas que operan en el territorio nacional o en el exterior, o por fuerzas multinacionales. Por ejemplo, la I+D en defensa incluye la investigación nuclear y espacial realizada con fines de defensa (OCDE, 2002).

#### 5.3.7.1 Control y protección del medio ambiente.

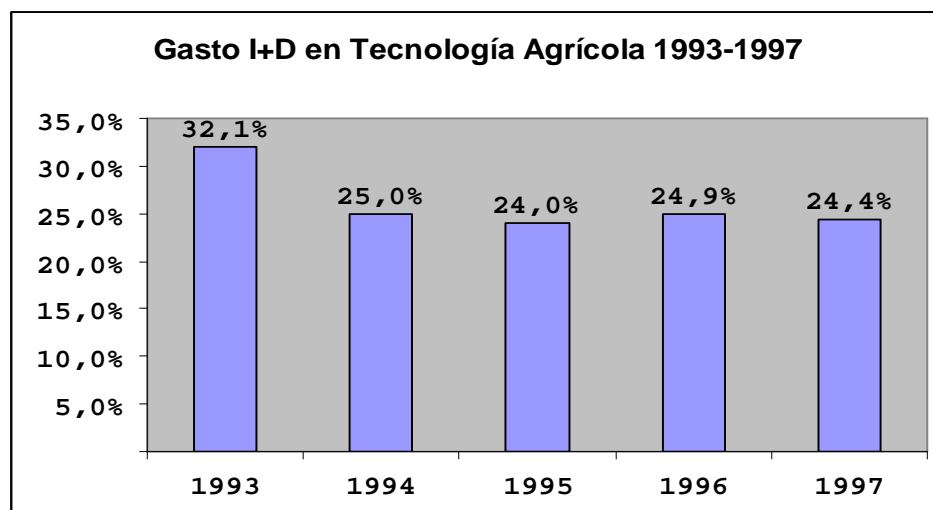
En los últimos años, la atención de los políticos se ha concentrado en todos los aspectos relativos al medio ambiente, y la I+D asociada al medio ambiente no constituye una excepción a esa regla. Al respecto se propone utilizar una lista (véase *tabla 8*) (véase distribución basada en la Nomenclatura para el Análisis y Comparación de Programas y Presupuestos Científicos (NABS) (OCDE, 2002).

Objetivo Socioeconómico	Objetivo Socioeconómico
1. Exploración y explotación de la Tierra.	7. Producción y tecnología industrial.
2. Infraestructuras y ordenación del territorio.	8. Estructuras y relaciones sociales.
3. Control y protección del medio ambiente.	9. Exploración y explotación del espacio.
4. Protección y mejora de la salud humana.	10. Investigación no orientada.
5. Producción, distribución y utilización racional de la energía.	11. Otras investigaciones civiles.
6. Producción y tecnología agrícola.	12. Defensa.

**Tabla 8.** Gasto Federal en ciencia y Tecnología (GFCYT) (2003-2004)

**Fuente:** CONACYT.

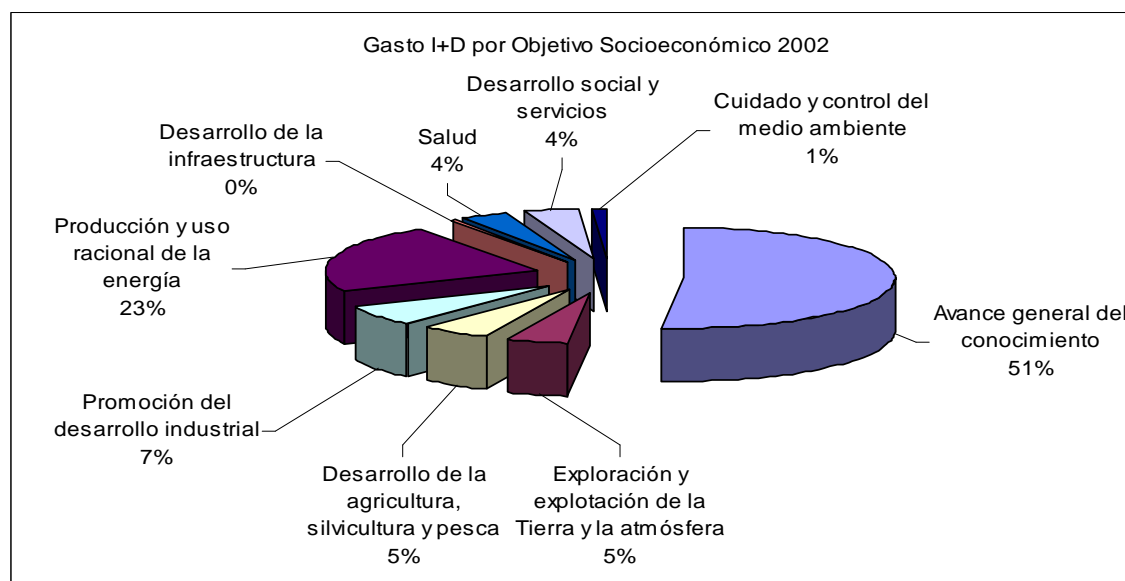
En el caso del gasto de I+D distribuido por objetivo socioeconómico en México, no se localizaron datos actualizados, pero como ejemplo se refieren los datos del período 1993 a 1997, correspondientes al objetivo Tecnología Agrícola, que fue al que se dedicaron más recursos en dicho período, los porcentajes se muestran en la *figura 13*.



**Figura 13.** Gasto en I+D en Tecnología Agrícola en México (1993-1997).

**Fuente:** RICYT.

Otro ejemplo es el del gasto por I+D distribuido por objetivo socioeconómico, es el correspondiente al año 2002, mostrado en la *figura 14*.



**Figura 14.** Gasto en I+D por Objetivo Socioeconómico México (2002).

**Fuente:** CONACYT.

## **6. Análisis de los Indicadores Socioeconómicos (Recursos Humanos) de la I+D de México.**

El recurso humano en Ciencia y Tecnología (CyT), constituye un elemento esencial en la producción de conocimiento, dado que se constituye en factor central de la transformación del progreso científico en avance tecnológico y desarrollo económico y social (*Pires, 1998*).

La OCDE recomienda en el *Manual de Frascati*, contabilizar todo el personal empleado directamente en CYT, así como las personas que proporcionan servicios directamente relacionados con actividades de CYT, como los directores, administradores y personal de oficina.

El Personal dedicado a CYT, expresa la cantidad de personas total o parcialmente dedicadas a CYT, en relación con el total de habitantes o de población activa económicamente en el país. También puede medirse el personal en EJC (Equivalente a Jornada Completa), en relación con la población activa. El *Manual de Frascati* aconseja que se haga la distribución entre «investigadores» y «otro personal de I+D» (ayudantes, técnicos, etc.) y que se distribuya por organismos en los que trabaja dicho personal (Educación Superior, Empresas, Administración) y a su vez, se desglose por disciplina, según la clasificación de ISCO de ocupación (Internacional Standar Classification of Ocupation) y cualificación, según la Clasificación ISCED por nivel de educación (Internacional Standar Classification of Education) (*Sancho, 2001*).

La cantidad de nuevos doctores en relación con el total de población o población activa, es otro indicador que expresa la proporción de recursos humanos altamente cualificados y disponibles para la CYT.

En lo que se refiere a la reserva de personal dedicado a CYT, este indicador se fundamenta en el *Manual de Canberra*, especializado en la medición de recursos humanos en CyT. Se refiere a los recursos humanos dedicados tanto real como potencialmente a la generación, avance, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos. Es decir, su cobertura contempla a todas la

personas con cualificaciones formales según la clasificación ISCED, en nivel 5 o mayor (licenciado o doctor), estén o no empleadas en actividades de I+D. Recoge los recursos humanos, desglosados por cualificación, tipo de empleo y sector (Industria, Educación Superior, Centros Públicos de Investigación, etc.); así como los flujos de entrada de dicho personal (en el sistema educativo e inmigración) y de salida (jubilación, retirada, emigración), que intervienen en el proceso. Se contabilizan también los posibles efectivos («stocks» de personal) (*Sancho, 2001*).

### **6.1 Categorías del Personal de I+D.**

Para clasificar al personal de I+D, pueden utilizarse dos criterios: el más común es por ocupación, el otro es atendiendo a su nivel de titulación formal. Aunque los dos son razonables y están ligados a dos clasificaciones diferentes de las Naciones Unidas – la Clasificación Internacional de Ocupaciones (ISCO-International Standard Classification of Occupations) (OIT, 1990) y la Clasificación Internacional de la Educación (ISCED-International Standard Classification of Education) (UNESCO, 1997)- las diferencias entre ambas dan lugar a problemas a la hora de realizar comparaciones de ámbito internacional.

Cada uno de estos criterios presenta ventajas e inconvenientes. Las series de datos por ocupación reflejan el uso real de los recursos y, por consiguiente, son más útiles para los análisis que se refieran exclusivamente a la I+D (*OCDE, 2005*).

### **6.2 Clasificación por Ocupación.**

De acuerdo con las directrices del Manual de Frascati, la clasificación del personal por ocupación es la siguiente:

#### **6.2.1 Investigadores:**

Los investigadores son profesionales que se dedican a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, y también a la gestión de los proyectos respectivos.

### *6.2.2 Técnicos y personal asimilado.*

Los técnicos y el personal asimilado son personas cuyas tareas principales requieren conocimientos técnicos y experiencia en uno o varios campos de la ingeniería, la física, las ciencias biomédicas o las ciencias sociales y las humanidades. Participan en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la aplicación de conceptos y métodos operativos, generalmente bajo la supervisión de los investigadores. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos de I+D bajo la supervisión de investigadores en el campo de las ciencias sociales y las humanidades.

### *6.2.3 Otro Personal de Apoyo.*

Dentro de otro personal de apoyo se incluye al personal de oficios, cualificado y sin cualificar, de oficina y de secretaría que participa en los proyectos de I+D o está directamente asociado a tales proyectos.

## **6.3 Personal en Ciencia y Tecnología.**

El CONACYT utiliza la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (ISCED), para clasificar a los recursos humanos formados y empleados en ciencia y tecnología (*México, 2005*).

En México, el Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT), se encuentra constituido de la manera siguiente: Recursos que estén ocupados en actividades clasificadas como de ciencia y tecnología (RHCyTO) y Recursos que tengan preparación de nivel profesional técnico universitario o superior (RHCyTE). Las personas que satisfacen ambos criterios, educacional y ocupacional, forman el componente central del acervo (RHCyTC).

La información referente al ARHCyT en los países de la OCDE en el año 2003, señala que en promedio 27.4 % de la población ocupada tenía estudios de tercer nivel, con un amplio margen de variación, desde 9.9 % en Portugal, hasta 41.9 % en Canadá. Estados Unidos (36.8%) y Japón (36.5%) se encontraban por encima del promedio de la Unión Europea (23.9%), mientras México ocupa el



antepenúltimo lugar con 14.8 % de la población ocupada con estudios de licenciatura, solo por arriba de Italia y Portugal. Esta situación revela que la población ocupada en México, se encuentra en desventaja en relación con la existente en la mayoría de los países de la OCDE, debido a que está conformada en mayor proporción por personas poco calificadas, mientras que otros países acceden a una mano de obra con un nivel académico superior.

#### *6.3.1 Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT).*

En el 2004, el *ARHCyT* de México, se ubicó en 8,620.1 millones de personas, cifra 0.4 % mayor que la reportada en 2003. El 53.5% son hombres y 46.5% son mujeres; registrando la misma estructura que el año 2003.

#### *6.3.2 Recursos Humanos Educados en Ciencia y Tecnología (RHCyTE).*

El número de personas que pertenecen a la categoría *RHCyTE*, fue de 6,883.9 millones en el año 2004, cifra 0.7 % menor que la registrada en 2003. Así, el *RHCyTE* en 2004 equivale a 80 % del *ARHCyT*, es decir, que 8 de cada 10 personas del acervo total en 2004 pertenecen al *RHCyTE* por tener una educación de técnico superior o universitario mayor. Respecto a la composición de este acervo por sexo, se tiene que 53.3 % son hombres y el restante 46.7 % son mujeres.

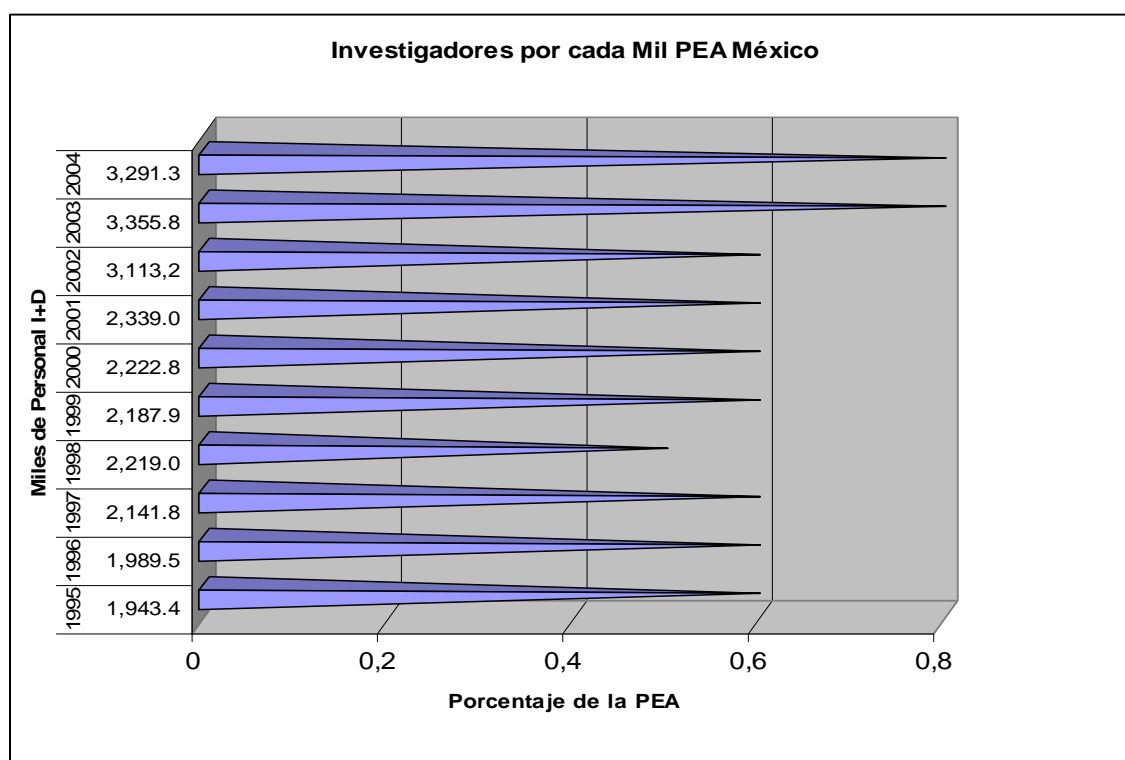
#### *6.3.3 Recursos Humanos Ocupados en Actividades de Ciencia y Tecnología (RHCyTO).*

El *RHCyTO* en el año 2004 se situó en 5,006.8 millones de personas, cifra que representa 58.1 % del acervo total. Este dato es muy revelador, ya que se puede inferir que existen personas con estudios de licenciatura o mayor que se encuentran desempleados, inactivos o laborando en actividades diferentes a ciencia y tecnología. Así, más del 40 % del acervo total de 2004 son personas que potencialmente pueden desempeñar de labores de ciencia y tecnología. Esta cifra se ha mantenido prácticamente sin cambio a lo largo de los últimos cinco años.

### 6.3.4 Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Capacitados (RHCyTC).

El RHCyTC representa el componente central del acervo, son las personas que además, de tener el nivel de estudios requerido (RHCyTE) están empleadas en este tipo de actividades (RHCyTO). Este acervo se ubicó en 3,291.3 millones de personas en el año 2004, lo que representó 38.2 % del acervo total; esto es, casi 4 de cada 10 personas en el acervo contaba con la formación y se encontraba trabajando en estas actividades.

La proporción de RHCyTE -Población que completó exitosamente el tercer nivel de educación-ISCED 5 o superior y está ocupada en actividades de CYT-, que reportó el INEGI por cada 1000 personas de la PEA ocupadas fue de 0.8 personas para el año 2004, la evolución de este porcentaje a partir de 1995 es mostrada en la *figura 15* (México, 2005).



**Figura 15.** Personal de I+D (RHCyTC) por cada 1000 PEA en México (1995-2004).

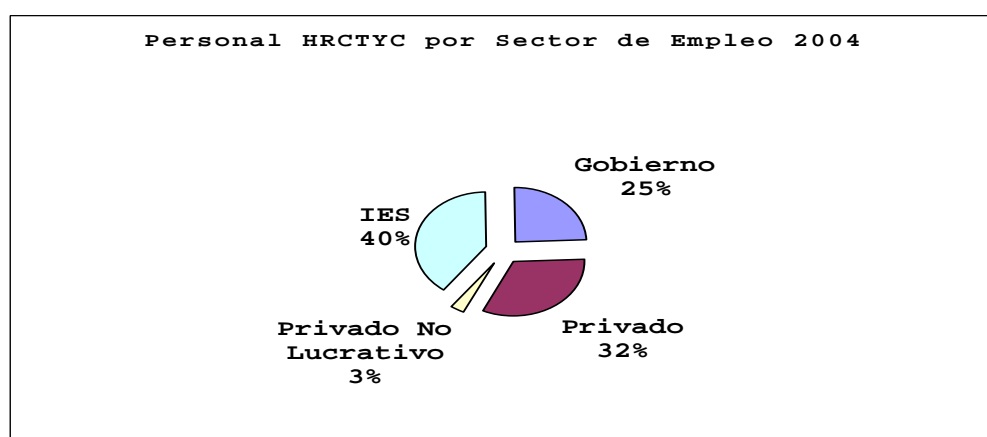
**Fuente:** INEGI.

Es conveniente advertir que se debe utilizar esta información con sumo cuidado, ya que a pesar de que existe una estimación sobre el acervo total de personas en ciencia y tecnología de 8.6 millones de personas, solo una fracción de ellas, -poco más de 760 mil- pertenece a la población núcleo dentro de la

categoría RHCyTC, y son personas totalmente dedicadas y ocupadas en estas actividades.

#### 6.3.4.1 RHCyTC por sector de empleo.

La distribución de los RHCyTC por sector de empleo en 2004, demuestra que en las IES se encuentra el 40%, en el Sector Privado el 32%, en el Gobierno el 25% y en el Privado No Lucrativo el 3% (*México, 2005b*), como se aprecia en la figura 16.

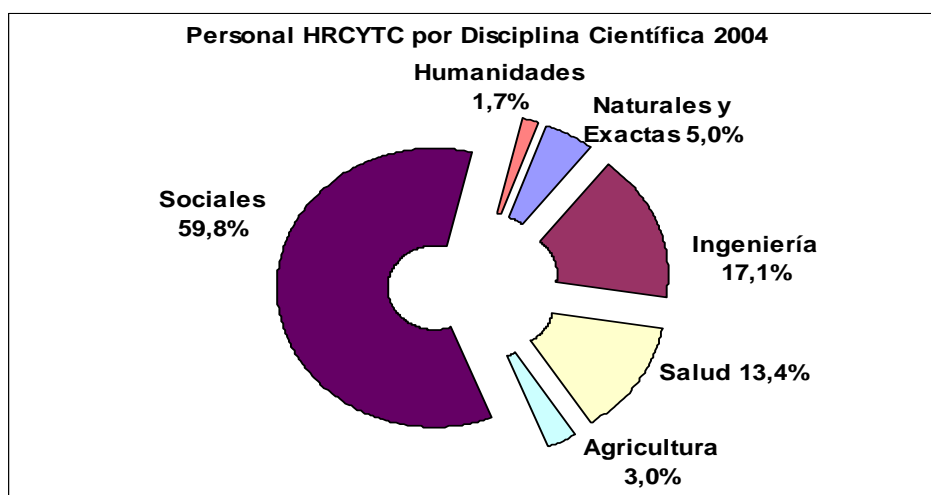


**Figura 16.** Personal HRCYT por Sector de Empleo en México (2004).

**Fuente:** CONACYT

#### 6.3.4.2 RHCyTC por disciplina científica.

La distribución de los RHCyTC para el año 2004, de acuerdo a cifras del CONACYT, en Ciencias Naturales y Exactas fue de 5%; Ingeniería 17.1%; Salud 13.4%, Agricultura 3.0%; Ciencias Sociales 59.8% y Humanidades 1.7% (*México, 2005*), como se muestra en la figura 17.

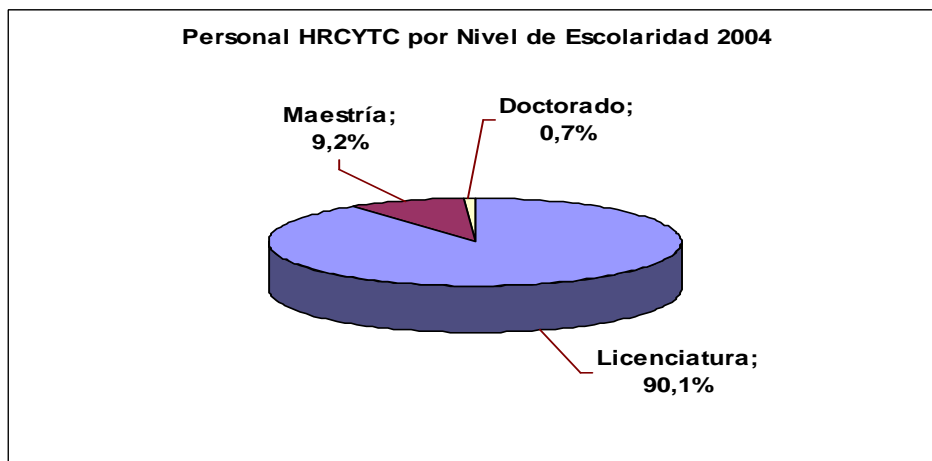


**Figura 17.** Investigadores por Disciplina Científica México (2004).

**Fuente:** CONACYT.

#### 6.3.4.3 *RHCyTC por nivel de escolaridad.*

La distribución de los *RHCyTC* por nivel de escolaridad en el 2004, es de 2, 784,100 (90.1%) con licenciatura, con maestría hay 282,900 (9.2%) y con doctorado 24,400 (0.7%) (*México, 2005*), como se aprecia en la figura 18.



**Figura 18.** Investigadores por Disciplina Científica México (2004).

**Fuente:** CONACYT.

#### 6.3.5 *Recursos humanos dedicados a I+D por cada 1000 Integrantes de la PEA.*

De acuerdo a su último indicador disponible (2003), en México las personas dedicadas de tiempo completo a la investigación científica fueron 33, 558,

correspondiendo a 0.8 personas por cada 1000 integrantes de la PEA, en comparación con las últimas cifras disponibles, que indican 134,258 investigadores y científicos de España y los 172,270 reportados por Corea, lo cual se muestra en la *tabla 9* (México, 2005: 357-358, 200).

<b>TOTAL DE INVESTIGADORES POR CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA</b>									
Número de personas en equivalente de tiempo completo									
Pais	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Alemania	6.2	6.2	6.3	6.3	6.7	6.7	6.8	6.9	6.9
Argentina	-	-	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	-
Brasil	0.8	-	-	-	-	0.8	-	-	-
Canadá	6.4	6.5	6.6	6.6	6.7	7.1	7.5	7.2	-
Corea	4.9	4.8	4.8	4.6	4.9	5.1	6.3	6.4	6.8
Chile	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-
E. U.A.	8.1	7.8	8.2	-	8.3	-	8.9	-	-
España	3.5	3.8	3.8	4.1	4.0	4.9	5.0	5.1	5.6
Francia	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8	7.1	7.2	7.5	-
Italia	3.4	3.5	3.0	2.9	2.9	2.9	2.8	3.0	-
Japón	8.3	9.2	9.2	9.7	9.9	9.7	10.2	9.9	10.4
México	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8
Reino Unido	5.3	5.2	5.1	5.5	-	-	-	-	-
Suecia	8.2	-	9.2	-	9.6	-	10.6	-	-

Fuentes: OECD, Main Science and Technology Indicators, 2005-1.  
RICYT, Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003.  
- dato no disponible

**Tabla 9.** Personal dedicado a I+D en México (2002).

**Fuente:** CONACYT.

### 6.3.6 El Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

El SNI, que fue una conquista de la Comunidad Científica mexicana – creado en 1984-, constituye un esquema de valoración continua del desempeño de los investigadores, sobre la base de su formación profesional (Doctorado); cantidad y calidad de las aportaciones al desarrollo y divulgación de la ciencia (Investigación original y publicados en revistas de prestigio científico e impacto internacional y/o libros de editoriales con reconocimiento académico); ejercicio docente y dirección de tesis de licenciatura y posgrado; y el reconocimiento nacional e internacional (México, 2005).

Desde luego, existen investigadores que no están afiliados al SNI por desempeñar sus actividades en el Sector Productivo Privado o Privado No Lucrativo, o porque no están de acuerdo con el sistema de remuneración basado

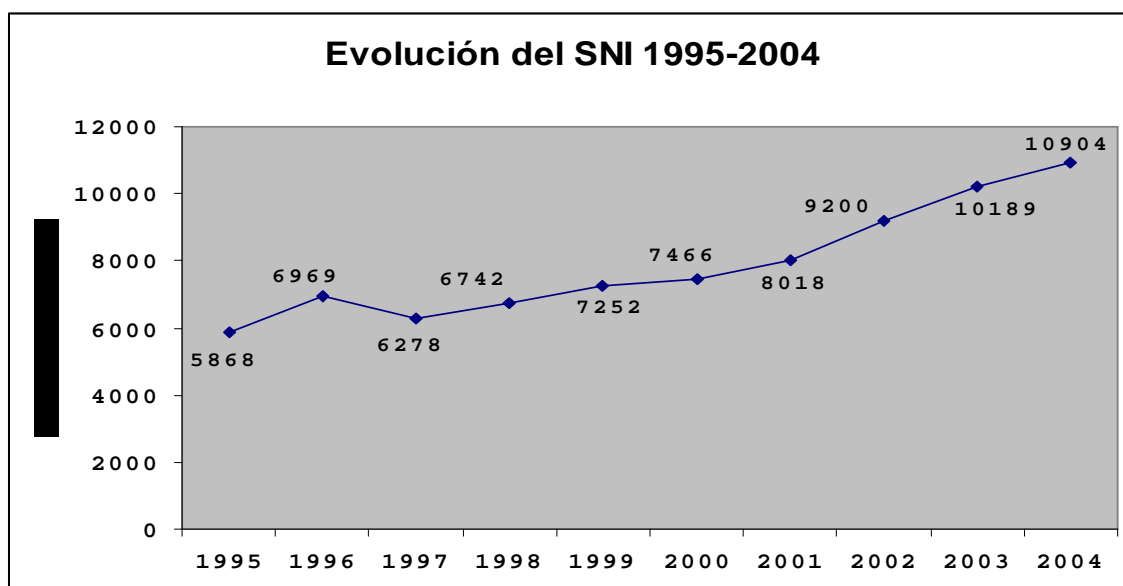
en el «publish or perish», lamentablemente no se publican las cifras respectivas a este asunto tan importante de la ciencia (Pérez, 2005).

El SNI tiene el propósito fundamental de estimular la investigación de calidad en México y está integrado por 2 categorías: a) Candidato a Investigador Nacional, y b) Investigador Nacional. Esta última categoría está dividida en 3 niveles.

- Nivel I: Investigadores con doctorado y que participan activamente en trabajos de investigación original de alta calidad, publicados en revistas científicas de reconocido prestigio, con arbitraje e impacto internacional, o en libros publicados por editoriales con reconocimiento académico, además de impartir cátedra y de dirigir tesis de licenciatura o posgrado.
- Nivel II: Investigadores que además de cubrir los requisitos del Nivel I, realicen investigación original, reconocida, apreciable, de manera consistente, en forma individual o en grupo, y participan en la divulgación y difusión de la ciencia.
- Nivel III: Investigadores que cumplen con los requisitos del Nivel II, realizan contribuciones científicas o tecnológicas de trascendencia, actividades sobresalientes de liderazgo en la comunidad académica nacional y han obtenido reconocimientos académicos nacionales e internacionales, además efectúan una labor destacada de formación de profesores e investigadores independientes.

La afiliación al SNI representa además de la distinción y estímulo económico, para estudiantes y recién egresados de licenciatura, la posibilidad obtener el nombramiento de “Ayudante de Investigador Nacional Nivel III” y para los investigadores del Nivel III, de poder ascender a la categoría de “Investigador Nacional Emérito”, que se otorga quienes tengan 60 años de edad o más, que hayan tenido una trayectoria de excelencia y de contribución a la ciencia mexicana y a la formación de investigadores, haber obtenido tres nombramientos consecutivos en el último nivel y haber sido propuestos por tres o más investigadores nacionales Nivel III. Esta distinción es honorífica y vitalicia.

En el año 2004, el SNI estaba constituido por 10, 904 Investigadores, de acuerdo con cifras del INEGI. En la figura 19, puede apreciarse la evolución observada en los últimos 10 años.



**Figura 19.** Evolución de Sistema Nacional de Investigadores (1995-2004).

**Fuente:** INEGI.

El padrón del SNI en el año 2004, quedó conformado por 1,876 candidatos a investigador nacional; 5,981 investigadores Nivel I; 2,076 investigadores a Nivel II, y 971 investigadores a Nivel III.

El SNI clasifica a los investigadores en siete áreas del conocimiento, las cuales hasta el año 2004 estaban conformadas según se observa en la *tabla 10* (México, 2005).

Área del Conocimiento	Investigadores	Porcentaje
I) ciencias físico-matemáticas y ciencias de la tierra	1,968;	18%
II) biología y química	1,776	16%
III) medicina y ciencias de la salud	1,168	11%
IV) humanidades y ciencias de la conducta	1,798	16%
V) ciencias sociales	1,369	13%
VI) biotecnología y ciencias agropecuarias	1,257	12%
VII) ingeniería	1,568	14%

**Tabla 10.** Conformación de las Áreas del Conocimiento del SNI (2004).

**Fuente:** CONACYT

## **7. Análisis de los Indicadores de Producción (Publicaciones) de la I+D de México.**

El análisis de la ciencia a través de indicadores bibliométricos, precisa establecer que la materia prima para este tipo de evaluación son los resultados de actividad científica, los cuales han sido publicados de manera oficial, es decir, en fuentes de información institucionalizadas, que también suelen llamarse canales formales.

Dicha literatura la constituyen las publicaciones aparecidas en las revistas científicas establecidas, en monografías y en algunos casos actas de congresos que han sido sometidas a cierto control de un consejo de expertos en la materia.

Cabe mencionar, sin embargo, que algunas publicaciones importantes quedan fuera de este parámetro, como las tesis de posgrado, y comunicaciones entre científicos que han sido clasificadas como literatura gris o informal. Una respuesta poco convincente para quienes producen este tipo de literatura, es que dichas publicaciones terminarán publicándose en fuentes formales. Un análisis exhaustivo sobre los ciclos de comunicación, evaluación de la investigación y de producción de conocimiento es abordado por Bruno Maltrás (*Maltrás, 2003, p.53*).

### **7.1 Principales indicadores bibliométricos.**

El análisis bibliométrico, de acuerdo a los argumentos de Yoshiko Okubo (*Okubo, 1997*) ofrece diversos beneficios para el conocimiento del desarrollo de la ciencia de un país o de sus instituciones, dado que provee información sobre la orientación científica y el dinamismo en su participación en la ciencia y tecnología, tanto en el nivel nacional e internacional. Analizar las características del tipo de relaciones de cooperación entre países, instituciones e investigadores, arroja información importante para poder mejorar el impacto de los programas y sistemas de investigación.

El análisis bibliométrico, señala también la estructura de las disciplinas científicas y las relaciones que existen entre ellas. Los indicadores bibliométricos



pueden servir como herramientas, o en el menor de los casos como una ayuda para describir y expresar problemas que surgen en el mundo de la ciencia.

“Como en otros ámbitos, es importante hacer notar que los indicadores obtenidos desde bases de datos bibliométricas, deberían ser puestos en perspectiva. Los indicadores están fundamentados sobre un acercamiento comparativo: los valores absolutos no son indicativos por sí mismos, sino que toman un significado completo solamente en comparación con los de otros grupos” (Okubo, 1997: 20).

El análisis bibliométrico, debería también integrar un volumen de datos tan amplio como sea posible, para de esta manera compensar algún posible sesgo que puede afectar a cada pequeña Entidad si sus resultados son tomados individualmente.

#### *7.1.1 Indicadores de producción de la I+D.*

La producción científica de un país o región, se puede medir contando el número de publicaciones que representan los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en sus distintas instituciones. Ahora bien, este número absoluto al estar influido por el tamaño del país y las inversiones de este en CyT, no es muy significativo. Una solución compensatoria se produce si consideramos la productividad, o relación total de publicaciones científicas por millón de habitantes, pero todavía es insuficiente, porque las inversiones en ciencia en los países son muy diferentes, y para medir la productividad hay que tener en cuenta dichas inversiones (Sancho, 2001).

#### *7.1.2 Indicadores de especialización científica.*

El perfil de la especialización científica de un país o región, puede conocerse a través del análisis de la distribución de las publicaciones por disciplina científica. Dicho análisis puede reflejar también el peso de cada disciplina en un país en comparación con su peso medio en el mundo. Las diferencias resultantes en diversos países, pueden obedecer a las características de sus respectivas políticas científicas, las cuales apoyan de manera diferente las distintas disciplinas, produciendo entre ellas un desequilibrio en la inversión de recursos.

Además, por medio de este análisis se pueden conocer las distintas subcategorías temáticas, así como las disciplinas emergentes. (Sancho, 2001).

#### *7.1.3 Indicadores de impacto y visibilidad basados en citas.*

El Factor de Impacto (FI) de las revistas, el cual se fundamenta en el cálculo del número de trabajos publicados en un año, en relación con las citas que han recibido esos artículos en los dos años siguientes a su publicación. Se usa como referente de calidad científica de las revistas, pero varía de manera considerable entre campos científicos, debido a que en algunas áreas como las Matemáticas, el proceso de citación de los artículos se prolonga en el tiempo mucho más que en el caso de Ciencias de la Vida, por lo que el FI de es más bajo generalmente.

“Hay una tendencia general en el uso de indicadores derivados del impacto como medida de calidad. El más simple de ellos es la división de las publicaciones en distintas categorías y la asignación de un número que determina su “peso”... Un fenómeno ampliamente aceptado es que el número de citas que recibe un trabajo durante un período de tiempo está estrechamente relacionado con el impacto y con la calidad del mismo. Una prueba de ello, es el listado que publica Garfield con los 50 autores más citados en 1967, entre los cuales se encontraban 13 premios Nóbel...” (Chinchilla, 2004, p.74)

El indicador de citación de las referencias de los artículos científicos, debe utilizarse a efectos de conocer la visibilidad de la ciencia, debido a que influyen factores en los patrones de citación tanto de autores como de documentos, como el tamaño del país, los hábitos de citación variables en cada disciplina científica (Sancho, 2001).

#### *7.1.4 Indicadores de colaboración científica.*

Este indicador que se construye utilizando datos de co-publicaciones obtenidos de fuentes como el SCI, refleja el flujo del conocimiento y dinamismo entre los sistemas científicos nacionales, regionales o sectoriales.

## 7.2 Producción de la I+D en el Science Citation Index (SCI).

Los indicadores de la producción científica mexicana que se presentan a continuación, están fundamentados en los resultados del análisis bibliométrico que realizó el CONACYT con datos del período 1995-2004, publicados en el *Informe General de la situación de la Ciencia y la Tecnología (México, 2005: 75)*. Para completar los indicadores de los años 1993-1994 se tomaron datos de los Indicadores de Ciencia y Tecnología que compila y publica la RICYT en su página de Internet, los cuales cubren el período 1993-2003.

Las revistas indizadas por el SCI -16,000 que cubren 150 disciplinas científicas- deben cumplir entre otros requisitos: haber sido citadas en por lo menos cien ocasiones desde 1981, que cuenten con una periodicidad regular que genere confiabilidad y que presenten un perfil internacional que les asegure una penetración a un mayor número de lectores. Del total de revistas del SCI, el 61% son de áreas de Ciencia y Tecnología, el 21% de Ciencias Sociales y el 18% de Artes y Humanidades. El SCI agrupa las disciplinas científicas en 24 clases, que se nombran en la *tabla 11 (México, 2005: 76) (ISI)*.

Disciplinas	Disciplinas
Agricultura	Ingeniería
Astrofísica	Inmunología
Biología	Leyes
Biología Molecular	Matemática
Ciencias Sociales	Materiales
Computación	Medicina
Ecología	Microbiología
Economía	Multidisciplinarias
Educación	Neurociencias
Farmacología	Plantas y Animales
Física	Psicología y Psiquiatría
Geociencias	Química

**Tabla 11.** Clasificación por Disciplinas en el SCI.

**Fuente:** CONACYT.

### 7.2.1 Revistas Mexicanas indizadas en el Science Citation Index (SCI).

Actualmente el SCI incluye 15 revistas mexicanas, las cuales se muestran en la *tabla 12 (México, 2005: 82-83)*.

	Revista	Editor
1	Historia Mexicana	El Colegio de México
2	Investigación Clínica	Instituto Nacional de Nutrición
3	Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	UNAM
4	Crítica; Revista Hispanoamericana de Filosofía	UNAM
5	Revista Mexicana de Física	Sociedad Mexicana de Física
6	Salud Mental	Instituto Nacional de Psiquiatría "Ramón de la Fuente Muñiz"
7	Salud Pública de México	Instituto Nacional de Salud Pública
8	El Trimestre Económico	Fondo de Cultura Económica
9	Atmósfera	UNAM
10	Ciencias Marinas	UABC
11	Ingeniería Hidráulica en México	Instituto Mexicano de tecnología del Agua
12	Revista Mexicana de Psicología	Sociedad Mexicana de Psicología
13	Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana	Sociedad Matemática Mexicana
14	Revista de Historia Colonial Latinoamericana	Centro de Investigaciones Español.
15	Revista Política y Gobierno	Centro de investigación y Docencia Económicas.

**Tabla 12.** Revistas Científicas incluidas en el SCI (2004)

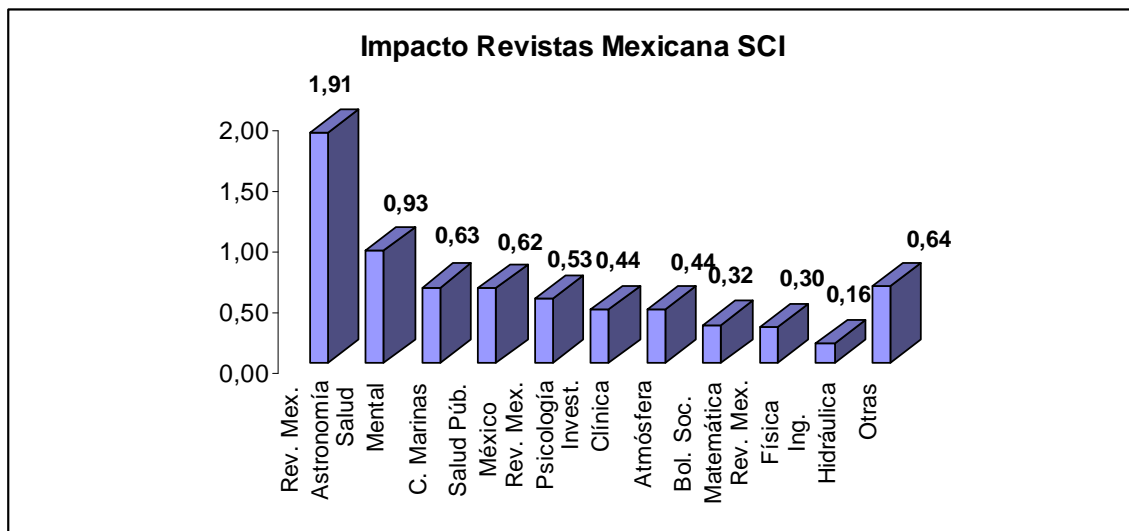
**Fuente:** CONACYT

Como se puede constatar, las disciplinas científicas que cubren estas revistas, son principalmente Medicina, Biología, Física, Matemática, Astrofísica, Economía, Ingeniería, Humanidades, Psicología y Psiquiatría.

Durante el quinquenio 2000-2004, la producción de artículos en este conjunto de revistas, se incrementó en 1.16% con respecto al quinquenio 1999-2003. La revista que mayor crecimiento presentó fue *Política y Gobierno* con un incremento del 72.7%, seguida por *Crítica; Revista de Hispanoamericana de Filosofía* con 42.5% y por la *Ciencias Marinas* con 13.4% de aumento. En contraparte, descendieron considerablemente las revistas: *Sociedad Matemática Mexicana* con -18.3 y *Revista Mexicana de Física* con -7.2%.

Las revistas con mayor producción de artículos están encabezadas por la *Revista Mexicana de Física* con 794 artículos; 27.7% del total, *Salud Pública de México* participó con 383 artículos lo que representó un 13.3% e *Investigación Clínica* presentó con 340 artículos, el 11.8% de la producción total.

Las revistas más citadas en el último quinquenio fueron: *Salud Pública de México* con 239 citas, *Salud Mental* con 225 y la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* con 218 citas. Los mayores impactos durante el quinquenio 2000-2004 fueron para *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* con un impacto de 1.91 y *Salud Mental* con 0.93 de impacto, como se puede ver en la *figura 21* (México, 2005: 82-83).



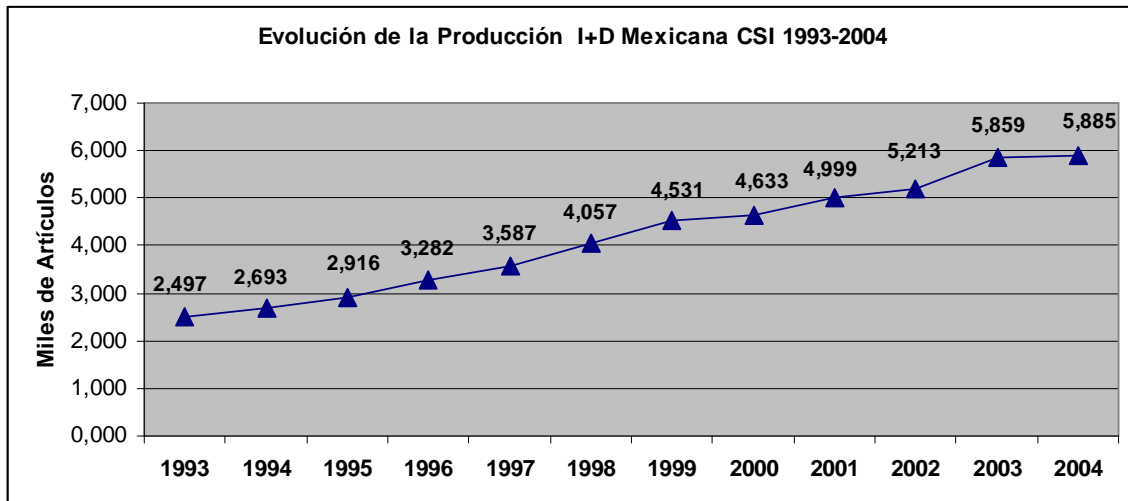
**Figura 21.** Impacto de las revistas mexicanas en el SCI (2000-2004).

**Fuente:** CONACYT.

### 7.2.2 Producción de la I+D mexicana.

El número de artículos científicos publicados en México ascendió a 5,885 en 2004. Los incrementos registrados en los últimos años han sido: 7.9% de 2001 con respecto a 2000; 4.3% en 2002-2001; 12.4% en 2003-2002, así como un crecimiento marginal del 0.4 % de 2004 con respecto a 2003 (México, 2005).

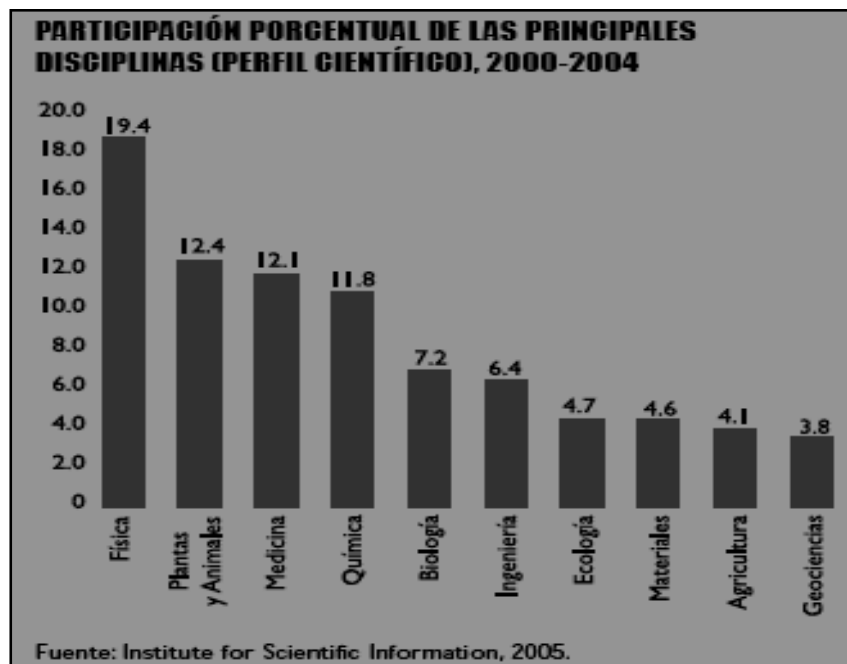
El total de la producción de I+D mexicana, del período 1993-2004 fue de 50,152 artículos, la evolución se muestra en la *figura 22* (México, 2005: 80).



**Figura 22.** Evolución de Producción de I+D Mexicana en el SCI (1993-2004).

**Fuente:** RICYT/CONACYT.

El perfil científico es el mismo de los últimos 5 periodos; Física representó 19.4%; Plantas y Animales 12.4%; Medicina 12.1% y Química 11.8%, lo cual se aprecia en la *figura 23* (México, 2005: 78).



**Figura 23.** Participación Porcentual de las Principales Disciplinas (Perfil Científico) (2000-2004).

**Fuente:** CONACYT.

México ocupa el 2º lugar como productor de artículos en Latinoamérica, después de Brasil, único país latinoamericano, cuya producción sobrepasa el

punto porcentual de participación respecto al total mundial con 1.53 en el quinquenio 2000-2004, situación que se muestra en la *tabla 13* (México, 2005:78).

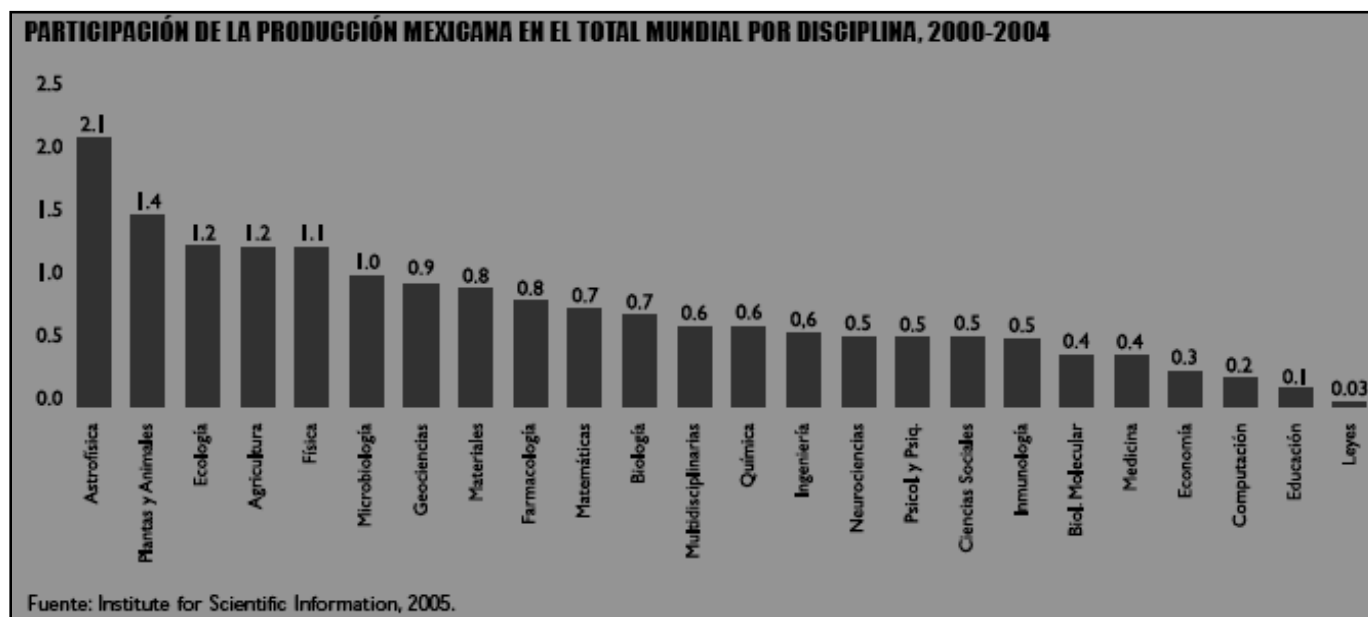
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN TOTAL MUNDIAL DE ARTÍCULOS DE PAÍSES LATINOAMERICANOS			
No.	País	Participación	
		2004	2000-2004
1	Brasil	1.73	1.53
2	México	0.76	0.70
3	Argentina	0.57	0.59
4	Chile	0.30	0.29
5	Venezuela	0.12	0.12
6	Colombia	0.09	0.09
7	Uruguay	0.05	0.04
8	Perú	0.03	0.03
9	Costa Rica	0.03	0.03
10	Panamá	0.02	0.02
11	Ecuador	0.02	0.02

Fuente: Institute for Scientific Information, 2005.

**Tabla 13.** Participación de México en la Producción de I+D Mundial (2000-2004).

Fuente: CONACYT.

La participación de la producción de I+D mexicana en el total mundial por disciplina en el quinquenio antes referido, se muestra en la *figura 24*. La evolución de la aportación mundial, de 1995-2004, es mostrada en la *tabla 54*, p.37.



**Figura 24.** Participación de la Producción Mexicana en Total Mundial por Disciplina (2000-2004).

Fuente: CONACYT.

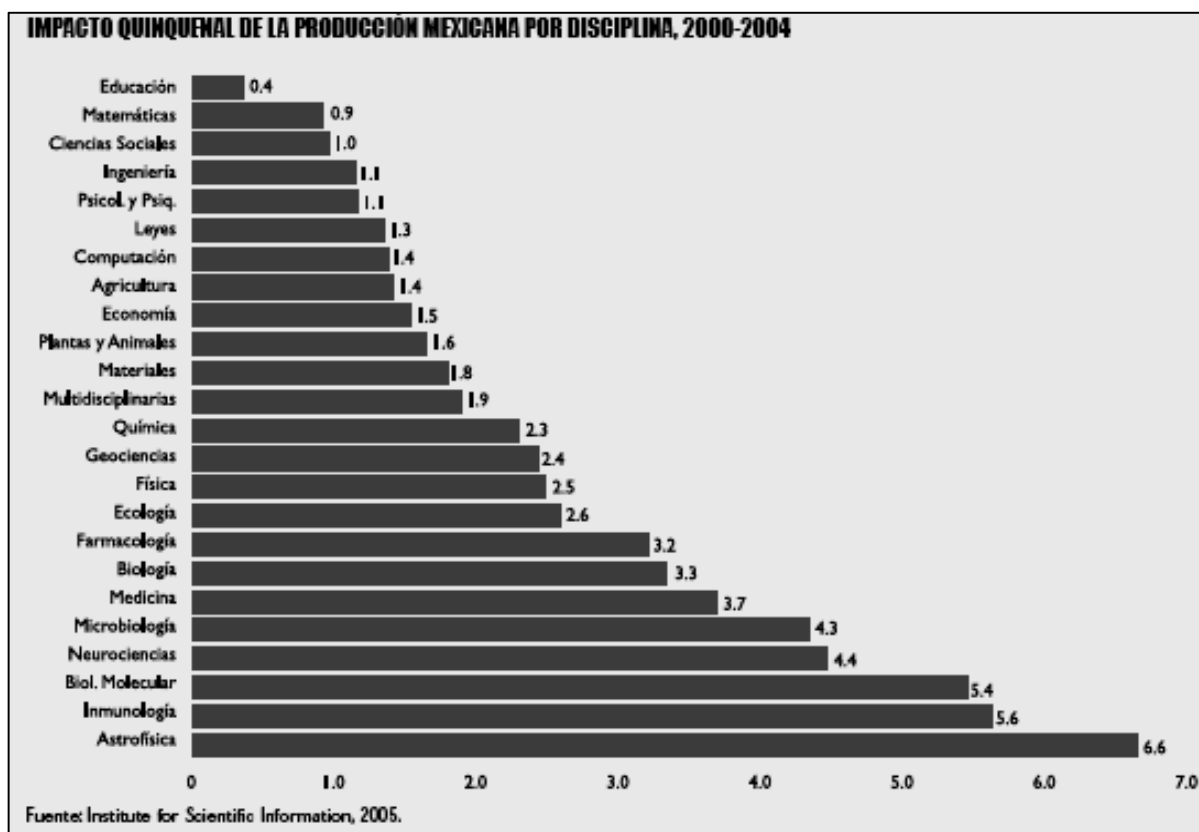
### 7.2.3 Índice de Citación de la I+D.

La producción mexicana de artículos científicos recibieron 71,209 citas en el quinquenio 2000-04, significando un crecimiento del 6.8% respecto al quinquenio anterior, 7.5 puntos porcentuales menor al crecimiento generado en el quinquenio 99-03. Como se puede observar, las disciplinas más productivas en son también las que mayor número de citas generan. En los últimos quinquenios el número de citas ha estado dominado por Medicina, Física, Química, Biología, Astrofísica y Plantas y Animales. Los mayores crecimientos en el número de citas recibidas, se dieron en aquellas disciplinas con una productividad de artículos media y baja, tal es el caso de Geociencias con un crecimiento del 14.3%; Computación con 52.6% de crecimiento. Medicina, la disciplina con mayor producción de artículos obtuvo un crecimiento en el número de citas del 15.1% respecto al quinquenio anterior, sin embargo hubo bajas muy sensibles, tal fue el caso de Astrofísica que decreció 8.2% respecto a las citas recibidas en el quinquenio anterior, Farmacología decreció en 8.7% y Neurociencias menguó con un 3.9% (*México, 2005: 80*).

### 7.2.4 Factor de Impacto de la I+D.

El impacto de las publicaciones científicas tiene correspondencia con las citas que reciban dichos artículos, a mayor impacto, mayor será la influencia del documento y la difusión del nuevo conocimiento. Tal es el caso de Física, Plantas y Animales y Química grandes productoras de artículos, las cuales presentan un impacto similar o inferior al promedio (2.5) en este último quinquenio. Las disciplinas con mayor impacto están encabezadas por Astrofísica con un impacto de 6.6; Biología Molecular con 5.4; Inmunología con 5.6; Medicina con 3.7; y Neurociencias con un impacto de 4.4, como se puede constatar en la *figura 25 (México, 2005: 80)*.





**Figura 25.** Impacto Quinquenal de la Producción Mexicana por Disciplina (2000-2004).

**Fuente:** CONACYT.

#### 7.2.5 Producción de la I+D por Institución.

Durante el periodo 1993-2003; la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), generó 21,437 artículos y un impacto de 5.2; asimismo durante el quinquenio 1999-2003 generó 12,667 artículos y un impacto de 3.1. La producción de la UNAM - Centros e Institutos de investigación- es la más variada del país, cubre todas las áreas del conocimiento y genera una gran cantidad de artículos, de los cuales un gran porcentaje se encuentra entre los documentos más citados.

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) (incluido el CINVESTAV) ocupa el 2º lugar en importancia, en este último quinquenio generó 5,029 artículos con un impacto del 2.8 seguido por la Universidad Autónoma Metropolitana con 1,922

artículos y 2.4 de impacto. El Sector Salud en su conjunto se sitúa como el segundo mejor generador de artículos científicos –después del Educativo- con más de 6000 artículos. En la *tabla 14* podemos revisar información de las 11 Instituciones más destacadas (México, 2005: 84).

<b>PRODUCCIÓN, CITAS E IMPACTO DE LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES, 1999-2003</b>			
<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>1999-2003</b>		
	<b>Artículos</b>	<b>Citas</b>	<b>Impacto</b>
Universidad Nacional Autónoma de México	12,667	39,898	3.1
Instituto Politécnico Nacional	5,029	13,886	2.8
Universidad Autónoma Metropolitana	1,922	4,561	2.4
Instituto Mexicano del Seguro Social	1,680	3,865	2.3
Secretaría de Salud	1,679	4,708	2.8
Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán"	1,066	3,542	3.3
Instituto Mexicano del Petróleo	671	1,385	2.1
Universidad de Guadalajara	655	1,301	2.0
Universidad Autónoma de Nuevo León	611	1,109	1.8
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	556	2,150	3.9

Fuente: Institute for Scientific Information, 2004.

**Tabla 14.** Producción de I+D, Citas e Impacto de Principales Instituciones Mexicanas (1999-2003).

**Fuente:** CONACYT.

#### 7.2.6 Producción de la I+D por Entidad Federativa (Estados de la República Mexicana).

La mayor producción de artículos científicos corresponde a los Estados de la región central del país, debido a una concentración de instituciones de educación superior, centros e institutos de investigación. En el periodo 1993-2003; el Distrito Federal (DF), y los estados: Morelos, Puebla y Estado de México generaron el 73% de la producción de total. En los últimos 10 años se ha generado, en el Distrito Federal el 60 % del total del país. La tendencia en la producción y concentración de artículos no es muy variable con respecto a periodos anteriores. Sin embargo, algunas entidades destacan como importantes productores: en la región del bajo los Estados Guanajuato y Jalisco generaron el 3.18 y 3.12% respectivamente, en la región norte destacaron los Estados Baja California con

3.6% y Nuevo León con 2.32%. En la *tabla 15* se muestran los datos correspondientes a producción, citas e impacto de los 13 Estados más destacados (*México, 2005: 83*).

<b>PRODUCCIÓN E IMPACTO SEGÚN EL ESTADO DE RESIDENCIA DEL AUTOR, 1999-2003</b>			
<b>Estado</b>	<b>Artículos</b>	<b>Citas</b>	<b>Impacto</b>
Distrito Federal	25,126	68,065	2.7
Morelos	2,674	9,892	3.7
Puebla	1,753	5,151	2.9
Baja California	1,558	3,781	2.4
Jalisco	1,488	2,692	1.8
Guanajuato	1,344	3,608	2.7
México	1,231	1,856	1.5
Nuevo León	1,022	1,808	1.8
Michoacán	839	2,229	2.7
Sonora	720	1,492	2.1
Fuente: Institute for Scientific Information, 2004.			

**Tabla 15.** Producción e Impacto según Entidad de Residencia del Autor (1999-2003).

**Fuente:** CONACYT.

El comportamiento quinquenal solo ratifica la tendencia de los últimos 15 años. En el quinquenio 1999-2003 la mayor generación de artículos científicos estuvo encabezada por el D.F.; con 25,126 artículos, precedido por el estado de Morelos con 2,674 publicaciones y el estado de Puebla con 1,753 publicaciones. Las entidades que menos artículos aportan a la producción nacional son: Campeche, Guerrero y Nayarit con una participación menor al punto porcentual, respecto del total nacional durante el periodo mencionado. De acuerdo a su impacto, el estado de Morelos arrojó un resultado de 3.7; el estado de Yucatán presentó un impacto de 3.1, Puebla con un 2.9; el Distrito Federal y los estados de Guanajuato y Michoacán arrojaron un impacto de 2.7 (*México, 2005: 83*).

#### *7.2.7 Producción de la I+D por Centros de Investigación CONACYT.*

El Sistema de Centros Públicos CONACYT, esta integrado por 27 institutos, los cuales están distribuidos a lo largo del territorio nacional y están dedicados a

impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico –puede ver tabla 4, p.30 -. Los centros de investigación más productivos se ubican en el campo de las ciencias exactas y naturales, en este último quinquenio el INAOE y el CICESE elaboraron un total de 556 artículos cada uno con impactos de 3.9 y 2.1; respectivamente. En las Ciencias Sociales y Humanidades el centro más productivo fue el ECOSUR con 301 artículos y en el área de Desarrollo Tecnológico, el centro que más artículos científicos generó fue CIATEJ con 92 documentos, una descripción completa se muestra en la *tabla 16 (México, 2005: 85)*.

**CUADRO III.7**

**PRODUCCIÓN, CITAS E IMPACTO EN LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN CONACYT, 1999-2003**

INSTITUCIÓN	Artículos	Citas	Impacto
<b>CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES</b>			
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE)	556	2,150	3.9
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)	556	1,159	2.1
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)	376	769	2.0
Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO)	316	570	1.8
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)	286	599	2.1
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	220	420	1.9
Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT)	199	244	1.2
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)	126	257	2.0
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT)	103	236	2.3
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV)	69	130	1.9
<b>CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES</b>			
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)	301	743	2.5
El Colegio de México, A.C.	159	28	0.2
Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. (CIDE)	70	41	0.6
El Colegio de la Frontera Norte, A.C. (COLEF)	22	35	1.6
Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)	20	19	1.0
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)	11	15	1.4
Instituto de Investigaciones "Dr. José María Luis Mora" (MORA)	9	1	0.1
El Colegio de Michoacán, A.C. (COLMICH)	5	3	0.6
<b>DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>			
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	92	124	1.3
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDEI)	31	50	1.6
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C. (CIDETEQ)	22	41	1.9
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	10	5	0.5
Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en Cuero y Calzado, A.C. (CIATEC)	10	10	1.0
Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ )	1	1	1.0

Fuente: Institute for Scientific Information, 2004.

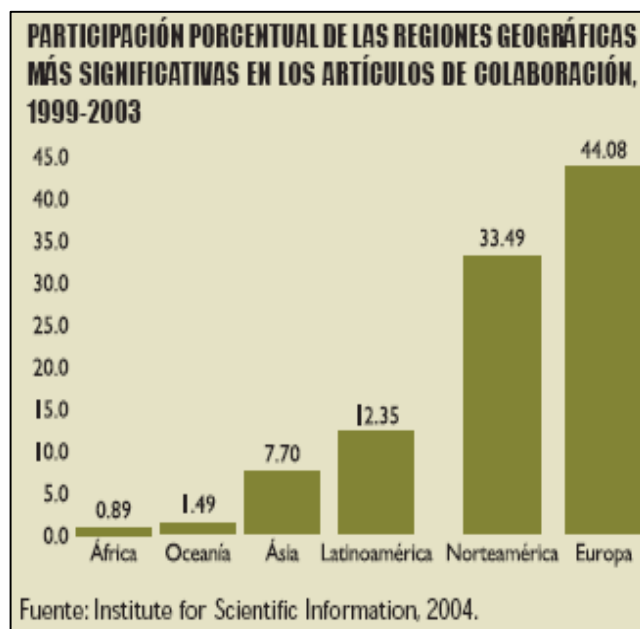
**Tabla 16.** Producción, Citas e Impacto Centros de Investigación CONACYT Artículos (1993-2003).

**Fuente:** CONACYT.

### 7.2.8 Situación de la Colaboración de la I+D.

La colaboración científica mexicana, tiende de manera prominente hacia E.E.UU., España, Francia, Inglaterra y Alemania, al igual que en otros años. Los países que incrementaron su contribución en este rubro fueron: los EE.UU., España, Alemania, Japón, Rusia y Cuba. Durante el quinquenio 1999-2003, se observó, un incremento del 18.8% en el número de artículos generados en colaboración con otros países, respecto al quinquenio 1998-2002. La estructura de los países que más colaboran con México no cambia sustancialmente, pero la producción en colaboración por país presentó incrementos mayores al 10% respecto al quinquenio anterior (*México, 2005: 86*).

La colaboración científica por regiones geográficas, fue de la siguiente manera: Con Europa representó 44.08%, con Norteamérica 33.5% - E.E.UU. y Canadá- fue más importante considerando que son 2 países solamente, con Latinoamérica 12.3 %, con África y Oceanía no fue muy significativa, según se aprecia en la *figura 26 (México, 2005: 86)*.



**Figura 26.** Artículos Mexicanos en Colaboración por Regiones Geográficas (1999-2003)

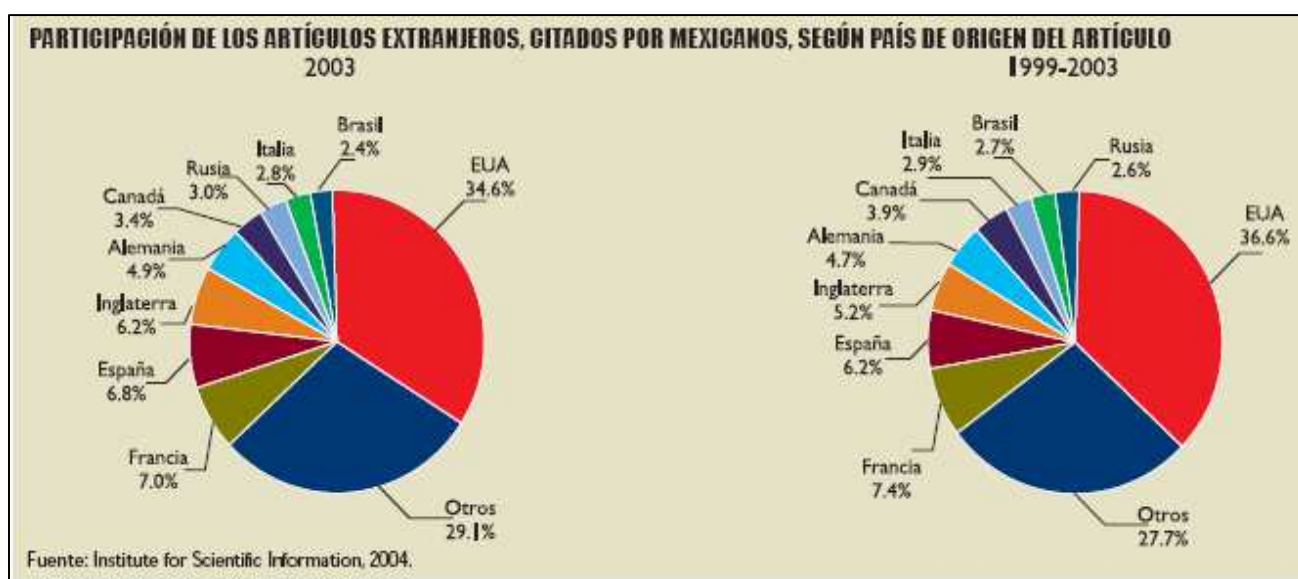
**Fuente:** CONACYT.

La colaboración como la citación que fue más significativa con cada país, se muestra en las *figuras 27 y 28*.



**Figura 27.** Colaboración Porcentual por Países (2003 y 1999-2003).

Fuente: CONACYT.



**Figura 28.** Citación de Autores Extranjeros según País de Origen (2003 y 1999-2003).

Fuente: CONACYT.

### 7. 3 Producción de I+D en *Clase* y *Periodica*.

Los indicadores de la producción científica mexicana que se presentan a continuación, están fundamentados en los Indicadores de Ciencia y Tecnología compilados por la RICYT los cuales cubren el período de 1993-2003.

La producción mexicana, contribuye de manera importante en las bases de datos *Clase* y *Periodica* de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con un 38.93% y 31.57% según datos del 2003, lo cual fue mostrado en el apartado México en el contexto internacional (2.3.4, p.33) del presente estudio.

Cabe mencionar que el CONACYT no valora en sus informes la producción mexicana registrada en estas 2 bases de datos, aun sabiendo que existen 89 revistas científicas mexicanas, de las cuales solamente 13 son incluidas en el *SCI*. Estas revistas son evaluadas por su calidad y excelencia editorial por el CONACYT, las cuales conforman el *Índice de Revistas Científicas y Tecnológicas* (ver anexo 1) (México).

La base de datos *Clase*, indiza 250,000 artículos provenientes de 1,500 revistas de América Latina y el Caribe, sobre Ciencias Sociales y humanidades, desde 1976.

Las disciplinas que cubre son nombradas en la *tabla 17* (UNAM).

Disciplina	Disciplina	Disciplina
Administración	Derecho	Literatura
Antropología	Economía	Política
Arte	Educación	Psicología
Bibliotecología	Filosofía	Relaciones internacionales
Ciencia de la información	Geografía humana	Religión
Ciencias de la comunicación	Historia	Sociología
Demografía	Lingüística	

**Tabla 17.** Disciplinas Cubiertas por la Base de Datos *Clase*.

**Fuente:** UNAM-DGB.

La base de datos *Periodica*, indiza 250, 000 artículos provenientes de 1 500 revistas de América Latina y el Caribe sobre Ciencia y Tecnología, desde 1978.

Las disciplinas que cubre son nombradas en la *tabla 18 (UNAM)*.

Disciplina	Disciplina	Disciplina
Agrociencias	Física	Medicina
Arquitectura	Geofísica	Química
Astronomía	Geología	Oceanografía
Biología	Geografía	Veterinaria
Ciencias de la atmósfera	Ingeniería	
Computación	Matemáticas	

**Tabla 18.** Disciplinas Cubiertas por la Base de Datos *Periodica*.

**Fuente:** UNAM-DGB.

Las revistas incluidas en *Clase* y *Periodica* cumplen con algunos criterios de selección, como que su contenido sea de investigación, técnico-profesionales y de difusión científica o cultural, editadas en países de América Latina y el Caribe o por organismos internacionales de alcance panamericano.

- Criterios de normalización editorial: Deberán observar normas técnicas, nacionales o internacionales, que apoyan la transferencia de información y facilitan su registro. Se valora que las revistas proporcionen los datos del editor o responsable de la revista; los datos del organismo responsable de su edición; el registro ISSN; la mención de periodicidad; el membrete bibliográfico en la portada, en páginas de presentación y en los documentos mismos, entre otros criterios.
- Criterios de gestión y visibilidad: Se valora que mencione su objetivo, cobertura temática y público al que va dirigida; que cumpla con su periodicidad; cuente con un consejo o comité editorial y que sus integrantes provengan de instituciones diversas; haga mención del tipo de arbitraje aplicado a los documentos; proporcionen las fechas de recepción y aceptación de los documentos y que incluyan instrucciones a los autores; que sea indizada en otras bases de datos o servicios de información y que indique sus



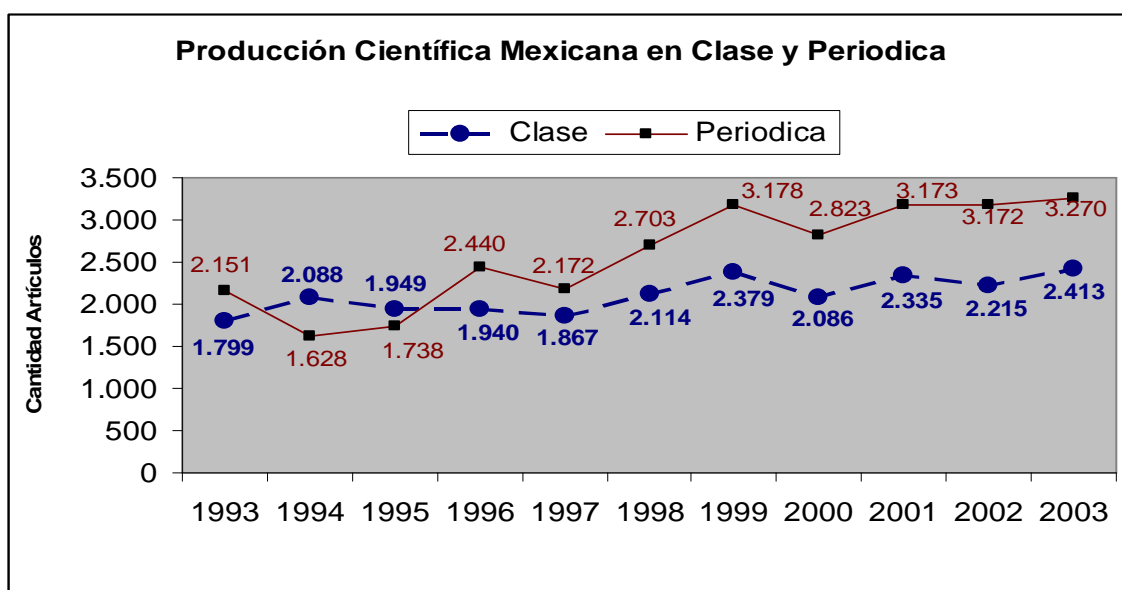
mecanismos de distribución, incluyendo versiones electrónicas disponibles en Internet u otros formatos.

- Criterios de contenidos con fines de indización: Se consideran criterios que tienen que ver con la inclusión de resúmenes, palabras clave o descriptores; referencias o citas bibliográficas, la adscripción de los autores, elementos que se requieren para efectos de indización en las bases de datos; se cuantifica la proporción de documentos indizables: artículos originales, artículos de revisión, ensayos, informes técnicos, comunicaciones cortas, reseñas de libro, revisiones bibliográficas, entrevistas y estadísticas, entre otros (UNAM).

Analizando la contribución de la I+D mexicana en el año 2003, encontramos que en *Clase* fue de 2,413 artículos y en *Periodica* 3,270 artículos.

El total de la contribución de la I+D mexicana en estas bases de datos en el período 1993-2003 fue de 51, 733 artículos, de la manera siguiente: en *Clase*: 23,285 y en *Periodica*: 28,448.

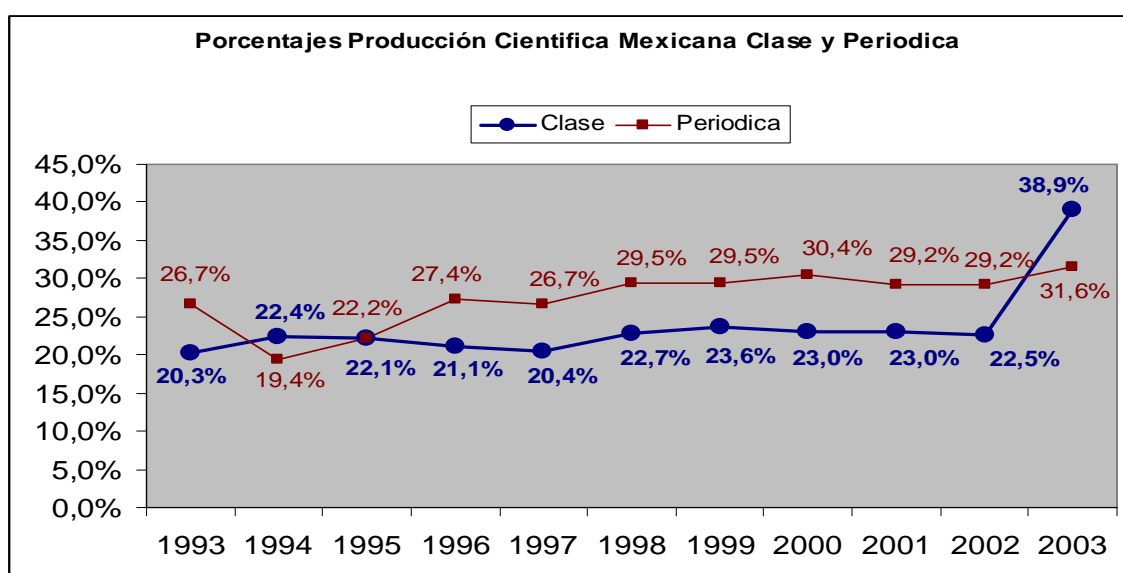
La evolución registrada se puede apreciar en la *figura 29*.



**Figura 29.** Contribución de I+D México en Clase y Periodica Cantidad de Artículos (1993-2003).

Fuente: RICYT.

Mientras que en cuanto a porcentaje de contribución mexicana en el año 2003, encontramos que en *Clase* fue de 38,93% y en *Periodica* de 31,57%. En la *figura 30* se puede apreciar como ha evolucionado la contribución porcentual en el período 1993-2003.



**Figura 30.** Contribución de México en *Clase* y *Periodica* Porcentajes (1993-2003).

**Fuente:** RICYT.

## **8. Conclusiones.**

Partiendo de las evidencias que nos muestra la información analizada en los capítulos anteriores, se puede pasar ahora, al apartado de elaborar una reflexión lo más objetiva y crítica, sobre el nivel que se ha podido alcanzar en el desarrollo científico de México.

Tal vez, desde una posición de pensamiento totalmente economicista, se podrían justificar los resultados obtenidos por el sistema de investigación mexicano, arguyendo que con los recursos financieros y humanos limitados con los que se ha contado para investigar, es mucho el desarrollo que se ha logrado. Pero desde esta misma perspectiva, se podría replicar, que otros países con esas mismas limitaciones y en menor tiempo han acrecentado en mayor nivel su sistema científico.

En contraste con el planteamiento anterior, cabe también cuestionarse, si en condiciones totalmente favorables, e incluso desbordadas de recursos físicos y humanos, los resultados de la actividad científica deben ser diferentes y por supuesto más importantes tanto en cantidad como en calidad, que en condiciones adversas. Incluyendo también como parámetro de calidad el impacto social de las investigaciones científicas, tópico por demás polémico y que ofrece razones para un debate científico multidisciplinario amplio, el cual por la naturaleza de este estudio no podrá ser tratado aquí, pero es una línea de investigación importante a revisar y actualizar en próximos estudios.

De hecho, de este planteamiento se desprende una cuestión neurálgica, y esta puede expresarse de la manera siguiente: ¿es posible evaluar objetivamente las actividades científicas, incluyendo sus resultados? Si la respuesta fuera que no se puede, por la intangibilidad del conocimiento y que por ende conlleva un porcentaje alto de subjetividad, entonces, sería inútil continuar en esta línea de pensamiento, porque tendríamos que descalificar cualquier esfuerzo realizado en tratar de medir los resultados científicos, por mínimo que fuera el margen de error al que estuviera expuesto, incluyendo aquí el método de revisión por pares ("peer

review”) (*Maltrás, 2003: 44*). Si por el contrario, la respuesta fuera que si es posible medir dichas actividades, entonces, tendríamos que abocarnos en argumentar sobre la metodología que nos ofrecería resultados más confiables, para emplearla en un intento de medir el proceso y el resultado arrojado por la actividad científica.

Vienen al caso estas conjeturas, debido a que son incontables los esfuerzos aplicados a tratar medir lo que tal vez no es mensurable, dado que solo conocemos aquellos esfuerzos que han sido divulgados y en cierto grado superado la crítica de los evaluadores y la resistencia de los sujetos de evaluación –los científicos- (*Pérez, 1982*) (*Pérez, 1982b*) (*Pérez, 1983*) como nos dimos cuenta en el apartado teórico de este estudio sobre evaluación de la ciencia.

Al respecto, llama poderosamente la atención, el hecho de que ha existido el consenso entre expertos evaluadores de la ciencia de diversos países, por citar los que integran la OCDE, pero aquí es válido cuestionar ¿En que nivel dichos expertos han sido incluyentes para con los integrantes de la Comunidad de Científicos a la plantean evaluar? –Por lo menos con una muestra estadísticamente válida-. Por lo menos iniciativas han sido propuesto por algunos expertos en el campo de la Bibliometría, como Yosiko Okubo quién recomienda entablar un diálogo con los científicos a evaluar, debido a que con esta acción se puede ayudar en la adaptación del método a utilizar, pero sobre todo influir en la interpretación del significado de los resultados, controlando así lo que se está representando con ellos (*Okubo, 1997: 13*).

Volviendo al asunto inicial de la justificación del nivel de desarrollo de la ciencia, en este caso el de México, podríamos complementar el argumento economicista, con otro de tipo político, planteando que si otros países, como Finlandia por ejemplo – el cual se erige como modelo particular de crecimiento económico sustentado en el desarrollo tecnológico, aparejado con un Estado del Bienestar (social) alto- (*Castells, 2002*) han logrado mejores resultados en tiempo record de algunos 10-20 años, ha sido porque han establecido políticas en Ciencia y Tecnología adecuadas para ello, pero además han implementado estrategias

económicas también adecuadas para cumplir con las metas establecidas en sus planes de crecimiento científico, lo que en México no se ha hecho por lo menos en los últimos 6 años provocando una situación de estancamiento y retroceso, lo cual será fundamentado a manera de conclusiones en los apartados siguientes, a través de los resultados del análisis de los indicadores socioeconómicos y de producción (publicaciones) de I+D tratados en los capítulos 5, 6 y 7 del presente estudio.

## **8.1. Política científica e inversión financiera en la I+D.**

En el asunto de la política científica, el cual fue abordado en el marco teórico de este estudio, se pudo constatar que se han establecido medidas legales para proveer recursos financieros a fin de estimular el desarrollo científico y tecnológico, sin embargo es importante analizar ahora cuales han sido los resultados de la implementación de tales medidas y los planes establecidos.

### *8.1.1 Retroceso en la inversión financiera en el período 2000-2006.*

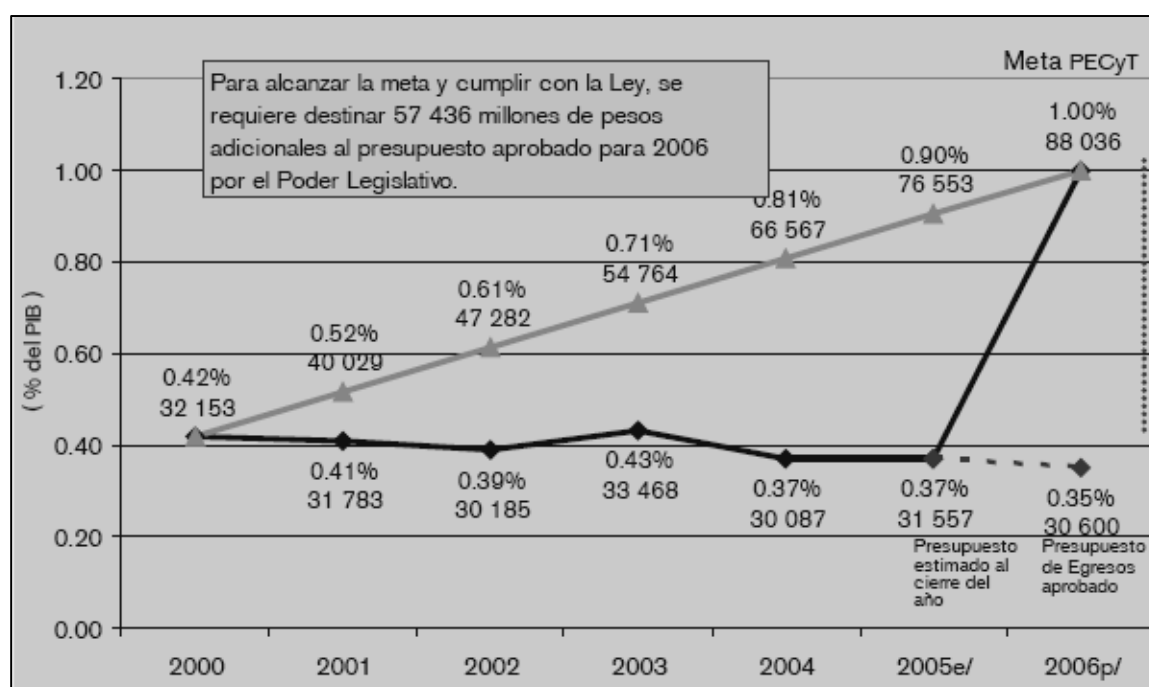
En el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2000-2006, diseñado y desarrollado por el CONACYT, se propusieron metas importantes en materia de inversión financiera en Ciencia y Tecnología, como la de alcanzar a invertir el 1% del PIB en el año 2006 y que en tal fecha el Sector Productivo estaría aportando a dicho presupuesto **el 45%**, pero desafortunadamente, hemos constatado que la tendencia del gasto ejercido hasta el año 2004 (36%) y lo programado y otorgado hasta el 2006 (35%) incumple la intención del PECYT y la Ley de Ciencia y Tecnología vigente.

Así entonces, es válido concluir en que lejos de avanzar, se ha producido un retroceso en 7 puntos porcentuales, en comparación con el nivel de inversión financiera logrado en el año 2000, que fue de 42% del PIB (*ver figura 31*).

La conclusión anterior, viene a confirmar que la condición subdesarrollada de la economía mexicana, no da señales de poder evolucionar hacia una economía

desarrollada, por lo menos en la forma en que se intentó en el sexenio gubernamental actual. Conviene repasar cual fue el error cometido y aprender en lo que aplique a las condiciones particulares de México, de la experiencia de los logros obtenidos por otros países en la misma vertiente, como el argumento que José Antonio de la Peña aporta sobre el tema en cuestión:

“En promedio, la brecha económica entre las naciones desarrolladas y las subdesarrolladas se amplía día con día. Por otra parte, nos sorprende saber que los países que han mejorado significativamente su situación económica son aquellos que más han invertido en el desarrollo de su planta científica y tecnológica: la inversión en ciencia en España se multiplicó cinco veces en los últimos 30 años y su ingreso per cápita se duplicó, mientras que Corea del Sur, cuya inversión en ciencia creció nueve veces, sextuplicó su ingreso per cápita.” (De la Peña, 2004: vi)



**Figura 31.** Tendencia del gasto federal en educación superior, 2000-2006 (millones de pesos de 2006 y % del PIB)

**Fuente:** (Labra, 2006: 127).

Cabe mencionar, que aunque el propio CONACYT concluye en su *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2005*, que el apoyo a las actividades científicas y tecnológicas ha progresado de manera modesta (México, 2005: 206), se considera que es necesario asumir una actitud crítica ante tal situación y desde luego propositiva, como lo hace Armando Labra con los siguientes argumentos:

“Sin embargo, en la medida en que tales cambios no han sido acompañados, de manera real, por una nueva política de financiamiento de la ciencia y la tecnología, su impacto en la investigación y el desarrollo científico y tecnológico fueron poco significativos... los presupuestos de la Federación para educación superior y ciencia y tecnología, medidos en relación con el PIB, son inferiores a los niveles alcanzados en el año 2000, de manera que el retroceso nos sitúa en niveles similares a los prevalecientes en 1995... además propuestas, existen bases legales, técnicas y financieras para replantear la relevancia de la educación superior, la ciencia y la tecnología dentro de la política de desarrollo nacional, como política de Estado...No existe en realidad restricción financiera insuperable que impida avanzar en esa dirección. Recursos existen, como lo prueban los saldos superavitarios trimestrales de las finanzas públicas, por concepto de sub.-ejercicio del gasto, excedentes petroleros, el manejo improductivo de la reserva internacional y la factibilidad de otros renglones de financiamiento. La decisión no es técnica, sino política.” (*Labra, 2006: 125*).

En la misma dirección de verter algunas propuestas, en materia presupuestal, se podría plantear la necesidad de revisar el rumbo y la forma en que se ha implementado la política económica actual en México, inmersa en la tendencia de una economía globalizada desde luego, tomando en cuenta los resultados alcanzados y las experiencias por las que ha transitado la economía mexicana, que a decir de Rolando Cordera, fueron traumáticas en la década de los 1980's y también de recuperación obtenida en los 1990's, que se logró gracias a las utilidades provenientes de las ventas del petróleo y la contención preventiva del gasto público, pero que también debilitó la suficiencia básica de la red de protección social, evidenciada por la ineficiencia en cuanto a distribución y calidad en el ejercicio del gasto público y que enfrenta el crecimiento de pobreza y desigualdad extrema, precariedad en el empleo y una demanda creciente por el cambio drástico producido en el aspecto demográfico (*Cordera, 2003*).

“Tanto o más grave que lo descrito, es lo no hecho en infraestructura física y humana, en comunicaciones, puertos, educación superior, capacitación laboral, ciencia y tecnología. Del desempeño y solidez de estas variables depende en gran medida la expansión de la economía a las tasas que se requieren y a que se ha comprometido el nuevo gobierno. En estos flancos prevalecen enormes lagunas que en algunos casos, como los del desarrollo tecnológico y la investigación científica, parecen más bien fallas geológicas. La globalización no ha caminado aquí a dos o tres velocidades sino cansinamente, arrastrándose por el piso que le dejó el régimen posrevolucionario (*Cordera, 2003: 195*).

La cuestión de la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas, revisten una vital importancia, debido a que es evidente la centralización actual en algunos Estados de la República Mexicana como el Distrito Federal, Morelos, Puebla, etc. Situación que deja sin opciones reales a los demás Estados para ejercer recursos financieros, así como para crear y aplicar nuevos conocimientos en la solución de los problemas de sus propias localidades.

#### *8.1.2 Contribución financiera y científica del Sector Productivo Privado.*

Si bien es cierto que la contribución financiera no ha sido por mucho favorable para estimular el desarrollo científico y tecnológico mexicano, entonces, se puede argumentar que el Sector Productivo Privado, no sólo el Estado, tampoco ha cumplido con su parte de la tarea, baste recordar que en la Ley de Ciencia y Tecnología, valga referir que este Sector debería contribuir con el 40 % del Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología, sin embargo valga reafirmar que en el 2004 solamente aportó el 34.6% del gasto total, a pesar de que se encuentra en una situación privilegiada al verse beneficiado con estímulos fiscales por contribuir en este tipo de gasto.

Una opinión que refuerza el argumento inmediatamente anterior, es la que Alejandro Pedroza vierte al respecto:

“La industria mexicana, salvo raras excepciones (porque en verdad son muy escasas las que hacen investigación tecnológica y, mucho menos, científica), se ha caracterizado por no desarrollar: a) Bienes de capital. b) Insumos. c) Infraestructura. d) Innovaciones. e) Cuadros técnicos calificados.

Por otro lado los grandes industriales mexicanos prefieren adquirir su tecnología en el extranjero y las empresas pequeñas siguen utilizando métodos que posiblemente eran de frontera en el siglo pasado, pero que en el momento actual están ya fuera de contexto.” (*Pedroza, 2000*).

Por otra parte el Sector Productivo, no conforme con incumplir la ley, y en evidente desafío a la autoridad política y agravio social, se aprovecha de los recursos humanos calificados que se forman en la Instituciones de Educación Superior públicas, así como los resultados de la investigación científica que se



genera en Centros e Institutos que, desde luego son financiados con recursos públicos, evidenciando además carencia de ética y responsabilidad social, gozando de impunidad y en clara demostración de que también su poder se ha asentado en la estructura gubernamental, promoviendo de esta forma la conformación de un Estado de tipo empresarial (*Muela-Meza, 2005*). Sobre el concepto de “Estado empresarial”, Zapopan Muela-Meza argumenta lo siguiente:

¿Por qué estado empresarial? En algunos países los estados están logrando implementar legislaciones de acceso a la información pública que fiscalizan precisamente la función pública y tienen la finalidad de evitar la corrupción de distintos tipos: nepotismo, favoritismo, conflictos de interés, etc. Sin embargo, en la mayoría de los estados democráticos occidentales los empresarios también pueden ser elegibles o asignados a cargos públicos. Y aunque cada vez más existen candados que eviten la corrupción, lo cierto es que un empresario no abandonará su ideario empresarial o no está obligado a deshacerse de sus empresas o sociedades empresariales (*Muela-Meza, 2005:6*).

## **8.2. Inversión en Recursos Humanos para la I+D.**

En lo que compete a la inversión financiera en recursos humanos en México, se puede calificar de manera general la situación actual como insuficiente, en comparación con el tamaño de la población económicamente activa (PEA), partiendo de la correspondencia de 0.8 investigadores por cada 1000 habitantes de la PEA, lograda en el 2004. Se nota una desventaja amplia en comparación con Alemania (6.9); Corea (6.8); España (5.6); Japón (10.4), de acuerdo con datos correspondientes al 2003 (*México, 2005: 358*), desde luego esta conclusión está apoyada en parámetros internacionales, específicamente los de la OCDE.

La inversión que se hace por cada investigador, tomando como referencia solamente el gasto del 2004, que fue de \$9,094. 12 (866.10 DLLS), es considerablemente insuficiente, tomando en cuenta que estos recursos deben distribuirse en infraestructura física (equipamiento de laboratorios, bibliotecas) y materia prima, así como en retribución salarial y contratación de nuevo recurso humano.

Además conviene considerar que la distribución realizada a partir de la categoría de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Capacitados (RHCyTC), compuesto por 3,291.300 personas en el 2004, no parece muy adecuada a la realidad, debido a que no todo este personal produce nuevo conocimiento, aunque participa en algunas actividades de CYT. Por lo tanto, si se distribuyera el gasto del 2004, solamente entre los investigadores 10, 904 que están adscritos al SNI, encontraríamos que les corresponderían 254,347 DLLS. a cada investigador, aunque no sería una distribución justa, porque quienes están fuera del SNI se quedarían sin recursos financieros.

Una conclusión más que se desprende a partir de los datos de investigadores afiliados al SNI, es que la cantidad de investigadores -10,904- no refleja la cantidad real de los científicos que están en activo en activo, por lo tanto los indicadores actuales no son muy útiles, una opción para tener cifras más aproximadas, sería que se realizara un inventario de los investigadores, partiendo del parámetro de contar a quienes han firmado por lo menos un trabajo publicado en alguna revista de nivel científico, aunque, de acuerdo con Pérez Tamayo, seguirían siendo cifras con cierto margen de error, debido a que el sistema de remuneraciones para los investigadores basado en la cantidad de publicaciones también llamado “publish or perish” (publicar o perecer), ha dado lugar a la realización de fraude científico al aumentar la cantidad de autores que firman un trabajo y el de fragmentar los resultados de una investigación, en tantos artículos como acepten los revisores de las revistas, lo que se ha dado en llamar “unidad mínima de publicación”, eliminando la confiabilidad de saber con certeza quienes realmente participaron en dichas investigaciones (*Pérez, 2005: 249, 300*).

Entonces, se puede afirmar que la cantidad de investigadores identificados de manera oficial que existe en México -10,904 del SNI -, es demasiado limitada, dado que la proporción sería de 0,26 investigadores por cada 10,000 personas de la PEA ocupada (41,141,250 en el año 2004). Sobre todo con el antecedente que ya se analizó en el apartado del recurso humano dedicado a investigación (véase 6.3.5), de que aun con la cifra de 0.8 personas por cada 1000 PEA ocupado, México se encuentra en el ultimo lugar en la clasificación de la OCDE.

### **8.3. Relación entre Inversión financiera y Producción I+D (Publicaciones).**

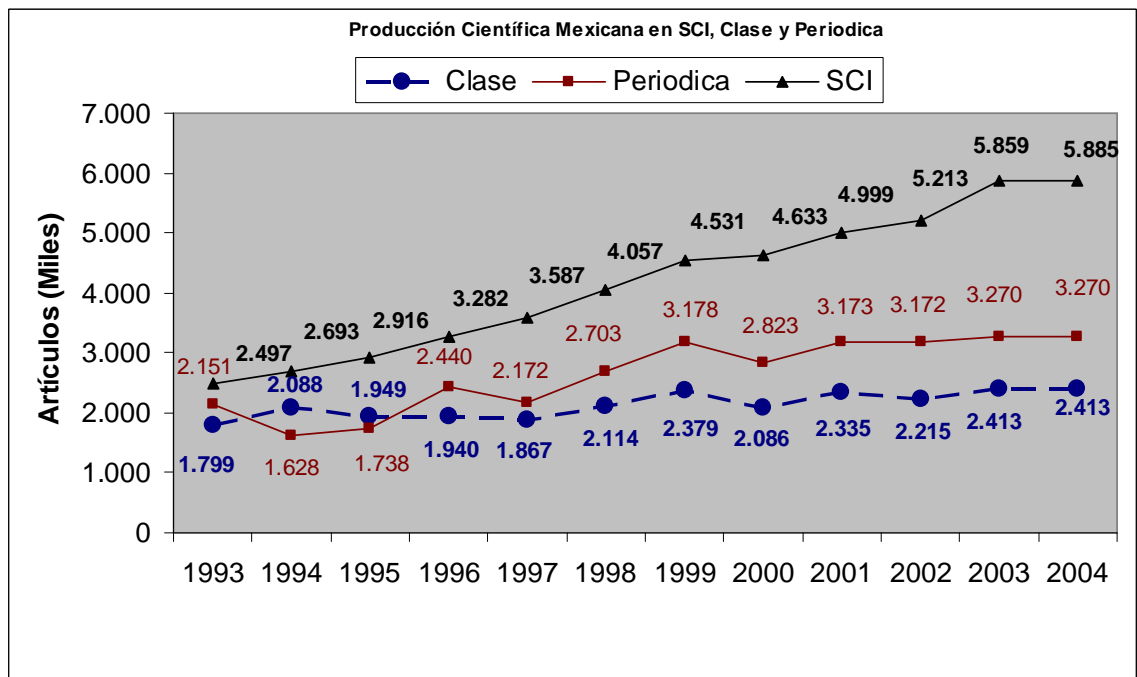
En el apartado de este estudio donde se analizaron los datos de producción (2.3.4; 7.3; 7.2), conocimos que México aporta solamente el 0.76% de la producción científica mundial, por lo cual es por demás evidente que no es significativa dicha contribución, aunque desde luego, con las reservas del caso porque dicha medición está sustentada únicamente en los registros del *SCI*. También se dio a conocer que en la contribución mexicana a la producción científica publicada en fuentes latinoamericanas, concretamente medida con los registros de *Clase y Periódica*, esta si fue significativa, aportando 38.93% y 31.57% respectivamente.

Es interesante destacar que no todos los artículos indizados en estas bases de datos son resultados de investigaciones científicas, y que desde luego se publican porque los Comités Editoriales no aplican criterios de nivel científico en la revisión de la calidad de dichos artículos, es decir, que los sometan al sistema de revisión por pares. Sin embargo, a pesar de esta salvedad, dado que no conocemos cuantas de las 3,000 revistas que en total Andizan estas bases de datos, son de nivel científico, de lo que si hay seguridad es que por lo menos las 89 revistas científicas mexicanas, inventariadas por el CONACYT, forman parte de estas.

Otro aspecto a resaltar es que también en estas bases de datos, están indizadas las 15 revistas mexicanas que indiza el *SCI*, aunque es indudable que un porcentaje alto de investigadores mexicanos publican en revistas extranjeras, por lo tanto la duplicidad de artículos indizados en el *SCI* y *Clase/Periodica* no debe ser muy definitiva de los resultados totales de la producción de I+D mexicana, aunque convendría identificar y eliminar dicha duplicidad, para hacer más fidedignos dichos resultados.

La cuantificación de los resultados totales de la producción de I+D mexicana en el período 1993-1995, arrojan la cantidad de 107, 468 artículos, de los cuales 50,152 fueron publicados en revistas indizadas por el *SCI*, mientras que en

revistas indizadas por *Clase* (23,185) y *Periodica* (51,733), el total fue de 57,316. En la *figura 32* se muestra la evolución del crecimiento de dicho período.



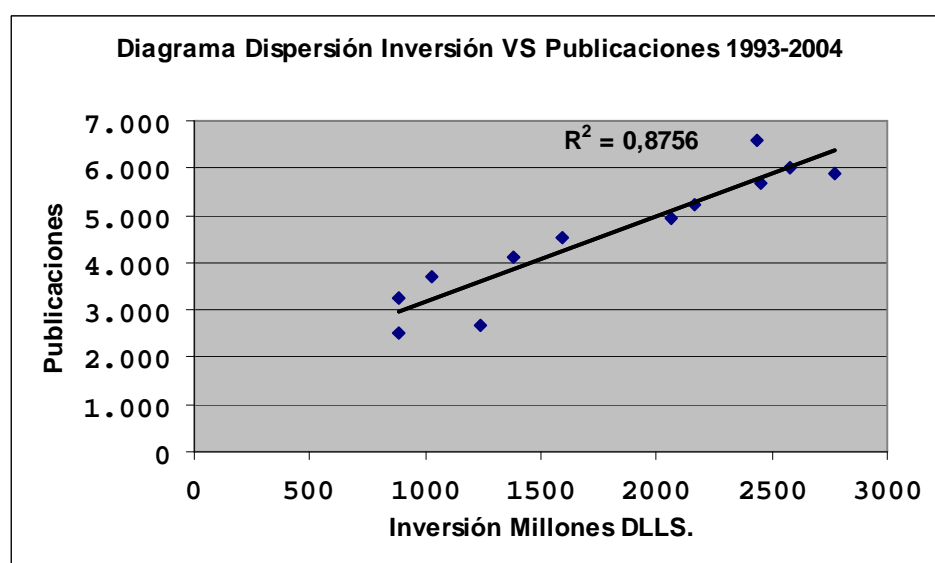
**Figura 32.** Producción de I+D Mexicana en Clase, Periodica y SCI (1993-2004).

**Fuente:** RICYT/CONACYT.

Al agregar las cifras de la I+D registrada en *Clase* y *Periodica*, se puede demostrar que la producción mexicana total aumenta mas del doble de lo que registra el SCI. De esta manera la contribución mexicana en el nivel mundial pasaría de 0.76% a 1.52%, ascendiendo al puesto 14 de la clasificación de la OCDE, acercándose a Suecia (1.94%) y Suiza (1.90%). desde luego que si otros países cuantificaran su producción de I+D que está fuera del SCI, el panorama mundial cambiaría mucho, sobre todo para los países que están más representados en dicha fuente.

Por lo tanto, ahora se concluirá este aspecto de la producción de la I+D mexicana, con un análisis general realizado sobre la relación existente entre las variables inversiones y producción científica (publicaciones), en un lapso de tiempo comprendido entre 1993-2004, aplicando la técnica de análisis estadístico de tipo correlación de  $R^2$  Pearson, representando los resultados a través de un diagrama de dispersión.

La variable inversiones comprende el gasto aplicado en I+D, expresado en millones de dólares, mientras que la variable producción científica, comprende la cantidad de artículos mexicanos contabilizados en el *SCI*, los datos de ambas variables corresponden a los años entre 1993-2004. En la *figura 33* se representan los resultados de la correlación y en la tabla 17 se describen los datos de la variables analizadas.



**Figura 33.** Diagrama Dispersión de Inversión en I+D y Producción Científica Mexicana 1993-2004.

**Fuente:** RICYT/CONACYT.

Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Inversión	887,4	1.235	886	1.030	1.382	1.589	2.065	2.167	2.453	2.574,7	2.433	2.773
Producción	2.497	2.693	3.261	3.693	4.129	4.549	4.942	5.215	5.666	5.995	6.602	5.885

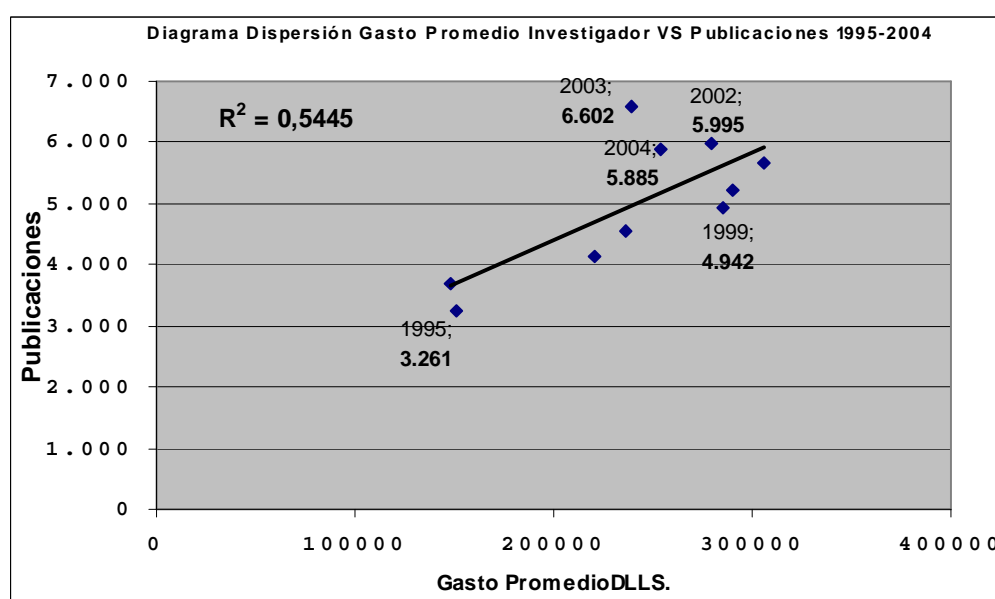
**Tabla 19.** Inversión en I+D y Producción Científica Mexicana 1993-2004.

**Fuente:** RICYT/CONACYT.

Por los resultados expresados por la correlación de la variables, se puede concluir en que existe en promedio una fuerte correlación entre ellas, dado que la  $R^2$  resultante es de 0.87, observando que en algunos años en que la inversión aumentó en una proporción alta, la producción científica no aumento de la misma forma, como en el año 1994, en que la inversión aumentó en 28.1%, mientras que la producción en 7.3%, con respecto de 1993; como también en el año 2004, en que la inversión aumentó 12.3%, mientras que la producción decreció en 10.9% con respecto del 2003, por lo tanto los puntos que los representan se encuentran

por debajo de la recta de regresión y además muy separados de ella. En contraste, en el año 2003 en el cual la inversión decreció en 13.2%, mientras que la producción científica aumentó 9.2%, con respecto de 2002, por lo tanto el punto que lo representa sobresale de los demás por encima de la recta de regresión.

A continuación, se procedió a realizar igualmente un análisis de correlación estadística entre el cociente del gasto en I+D -expresado en millones de dólares-, y el número de investigadores -representado por los 10,904 del SIN- y la producción científica –publicaciones-, en período 1993-2004. La razón de haber tomado esta cifra de investigadores del SNI, es que no hay otra cifra más confiable de quienes en realidad han realizado investigación y publicado artículos científicos. En la *figura 34*, se representan los resultados de la correlación y la *tabla 20* describe los datos de las variables analizadas.



**Figura 34.** Diagrama Dispersión de Inversión en I+D y Producción Científica Mexicana 1993-2004.

**Fuente:** RICYT/CONACYT.

Año	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Gasto + Investigador	150.979	147.821	220.156	235.806	284.804	290.269	305.945	279.856	238.794	254.347
Producción	3.261	3.693	4.129	4.549	3.261	5.215	5.666	5.995	6.602	5.885

**Tabla 20.** Inversión en I+D y Producción Científica Mexicana 1993-2004.

**Fuente:** RICYT/CONACYT.

Por los resultados expresados por la correlación de las variables, se puede concluir que existe en promedio una buena correlación entre ellas, dado que la  $R^2$  resultante es de 0.54.45, observando que en algunos años en los cuales la producción científica no aumentó en la misma proporción que el gasto efectuado por investigador, como en el año 1995 y 1999, por lo tanto los puntos que los representan se encuentran por debajo de la recta y además muy separados de ella. En contraste en los años en los que la producción fue más alta que el promedio, como 2002, 2003 y 2004.

Puede explicarse el resultado de la correlación, en el hecho de que no todo el gasto de I+D es ejercido por los investigadores del SNI, por lo tanto el resultado del cociente entre gasto+investigador, es muy alto y condiciona el nivel de correlación.

Como conclusión final, se puede argumentar que la información que arrojan los análisis bibliométricos pueden indicar y/o reafirmar, aparte del funcionamiento de un sistema científico, aspectos generales de un país, por los que atraviesan los países debido, a que en el desarrollo de la ciencia influyen factores sociales, políticos y económicos, de acuerdo con Félix de Moya y Evaristo Jiménez (*Moya y Jiménez, 1999: 42*); Félix de Moya y Víctor Herrero (*Moya y Herrero, 1999: 306*) que en el caso de México, se ha podido analizar el alto nivel en el que ha influido sobre todo el factor político, que ha derivado en el limitado respaldo financiero de parte del Estado y el Sector Productivo Privado, lo cual ha condicionado un lento desarrollo científico y que en algunos periodos han significado considerables retrocesos, permitiendo caracterizar a la I+D mexicana en un estado de subdesarrollo y con un enorme potencial de crecimiento, en la medida en que la Comunidad Científica siga siendo persistente en sus objetivos, la sociedad civil aumente su grado de conciencia respecto del valor del desarrollo científico (*Pérez, 2005: 316*) y que se demande la inversión de recursos financieros y humanos en mayor cantidad.

## **9. Líneas investigación a desarrollar en el futuro próximo.**

El principal interés que despierta el análisis de los indicadores socioeconómicos y de producción de la ciencia mexicana, es el de poder analizarlos pero con información más completa, es decir, incluyendo la producción de nivel científico que se queda fuera de las publicaciones de la “corriente principal” y actualizada lo más posible, para poder lograr una caracterización más aproximada al nivel de desarrollo alcanzado, para que de esta manera pueda contribuir a la reflexión y acción de de la misma Comunidad Científica mexicana y de quienes deben tomar las decisiones neurálgicas en materia de Ciencia y Tecnología en México.

Desde luego que sería importante poder corroborar los indicadores que provienen de fuentes oficiales, para dimensionar los posibles sesgos que pudieran haberse producido.

Indudablemente, sería necesario realizar un análisis bibliométrico, o un análisis de dominio de la I+D mexicana, apoyado en la aplicación de técnicas estadísticas de análisis multivariante de los datos, como el Escalamiento Multidimensional (MDS), Análisis de Componentes Principales (PCA), etc. que tienen como finalidad principal la representación de objetos que pertenecen a un espacio n-dimensional, produciendo una reducción de la dimensión que puede ser visualizada, medida y analizada (*Moya y Jiménez, 1998*). Otras técnicas viables para aplicar serían algunas de origen no estadístico basadas en la auto-organización iterativa de la información, como el de redes neuronales artificiales (RNA) (*Moya, Herrero y Guerrero, 1998*) y de Análisis de Redes Sociales (*Chinchilla, 2004: 51*). La aplicación de estas técnicas permitirá conocer específicamente, algunas características como los patrones de autoría y coautoría nacionales e internacionales, co-citación entre publicaciones y entre sub-disciplinas científicas (frentes de investigación), etc.



## 10. Referencias citadas.

- Academia Mexicana de Ciencias. (2004). *Atlas de la ciencia mexicana*. Retrieved 25/09, 2006 from <http://www.amc.unam.mx>
- Arenas Vargas, Miguel; Dovalina, M<sup>a</sup>. Pilar y Licea de Arenas, Judith. (2004). La investigación agrícola en América Latina y el Caribe desde una perspectiva bibliométrica. *Anales de Documentación*, 7 pp. 29-38. Retrieved 27/01, 2006 from <http://eprints.rclis.org/archive/00002968/01/ad0702.pdf>
- Ayala, F. J. (2005). World science, México and sigma xi. *American Scientist*, 93 (1) 2.
- Bellavista, J. (2000). *Políticas para la ciencia, la tecnología y la innovación: Reflexiones de actualidad para el cambio de milenio*.
- Braun, T., Glanzel, W., & Schubert, A. (2000). How balanced is the science citation Index's journal coverage?: A preliminary overview of macrolevel statistical data. *The web of knowledge: A festschrift in honour of Eugene Garfield* (pp. 251-277). Atkins Medford: ASIS.
- Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier. A report to the president*. U.S.A.: U.S. Government Printing Office. Retrieved 13/04, 2006, from <http://www.nsf.gov/about/history/vbush1945.htm>
- Carvajal, Raúl y Lomnitz, Larissa. (1984). Postgraduate Science Fellowships in Mexico and the Development of the Scientific Community. *Interciencia*, 9 (5) 270-274.
- Castells, Manuel y Himanen, Pekka. (2002). *El estado del bienestar y la sociedad de la información*. Madrid: Alianza Editorial. 215p.
- Collazo-Reyes, F y Luna-Morales, M. E. (2002). Mexican elementary particle physics: Organization, scientific production and growth. *Interciencia*, 27 (7) 347-353. Retrieved 17 11 2006, from [http://www.interciencia.org/v27\\_07/collazo.pdf](http://www.interciencia.org/v27_07/collazo.pdf)
- Collazo-Reyes, F. Luna-Morales, M.E. y Russell J.M. (2004). Publication and citation patterns of the Mexican contribution to a "Big Science" discipline: Elementary particle physics. *Scientometrics*, 60 (2) 131-143.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2004). La ciencia y la tecnología, claves del futuro de Europa – Orientaciones para la política de apoyo a la investigación de la Unión. Com (2004) 353 Final. Bruselas. 14p. Retrieved 08/03, 2006 from [http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/cnc/2004/com2004\\_0353es01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/cnc/2004/com2004_0353es01.pdf)
- Chalmers, Alan F. (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI de España Editores. 246p.
- Chinchilla Rodríguez, Zaida. (2004). *Análisis del dominio científico español: 1995-2002 (ISI Web of Science)*. Granada, España: Universidad de Granada, Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Tesis Doctoral. 702p. Retrieved 08/06, 2006 from [http://adratea.ugr.es/search\\*spl/achinchilla+rodri%7B226%7Diguez/achinchilla+rodri%7B226%7Diguez/1%2C2%2C10%2CB/1856&FF=achinchilla+rodriguez+zaida&3%2C%2C9%2C1%2C0](http://adratea.ugr.es/search*spl/achinchilla+rodri%7B226%7Diguez/achinchilla+rodri%7B226%7Diguez/1%2C2%2C10%2CB/1856&FF=achinchilla+rodriguez+zaida&3%2C%2C9%2C1%2C0)

- Cordera Campos, Rolando. (2003). La nación en la globalización: cambio económico, exclusión social y democratización en México. En Calderón Fernando, coord. *¿Es sostenible la globalización en América Latina?; debates con Manuel Castells. Volumen II. Nación y cultura. América Latina en la era de la información.* (pp. 171-191). México: Fondo de Cultura Económica.
- Descombe, M. (2003). The good research guide. For Small-scale Social Research Projects. 2da. ed. Maidenhead, Gran Bretaña: Open University Press.
- Einstein, Albert. (1995). *Ciencia y sociedad. La meta de la existencia humana.* En: *Sobre el humanismo: escritos sobre política, sociedad y ciencia.* (pp. 21-23). Barcelona: Paidós, p.21-23.
- Einstein, Albert. (2000). *Mis ideas y opiniones.* Barcelona: Bon Ton. 342p.
- Fernández, María Teresa; Morillo, Fernanda; Bordons, María y Gómez, Isabel. (2002). Estudio bibliométrico de un área científico tecnológica del Plan Nacional de Investigación de España. *Revista Española de Documentación Científica*, 25 (4) 371-385.
- Flores, Edmundo. (1983). Science and technology in Mexico: toward self-determination. *Science*. 219 (4591) 1398-1401.
- Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCyT). (2004). *Situación de la Ciencia y la Tecnología en Las Universidades Públicas de los Estados.* México: FCCyT. 140p. Retrieved 15/03, 2006 from <http://www.foroconsultivo.org.mx>
- Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCyT). (2005). *Estado y Perspectivas de la Investigación en las Instituciones de Educación Superior en la región Sur-Sureste.* México: FCCyT. 44p. Retrieved 15/03, 2006 from <http://www.foroconsultivo.org.mx>
- Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCyT). (2005b). *Una Reflexión Sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 Años de su creación.* México: FCCyT. 146p. Retrieved 15/03, 2006 from <http://www.foroconsultivo.org.mx>
- Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología, A.C. (FCCyT) (2006). *Hacia la construcción de las Instituciones de Investigación y Educación Superior.* México: FCCyT. 80p. Retrieved 15/03, 2006 from <http://www.foroconsultivo.org.mx>
- García-Silberman S.; Arana, D.; Maitines, R.; Infante, R. y Jiménez, A. (2004). Research of epidemiological and psychosocial aspects of mental health: A bibliometric analysis. *Salud Menta*,. 27 (5) 8-22.
- González Temprano, Antonio y Torres Villanueva, Eugenio. (1992). *El estado del bienestar en los países de la OCDE.* Madrid: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. 290p.
- Gillette, Robert. (1973). Science in Mexico (I): Revolution Seeks a New Ally. *Science*, 180 (4091) 1151-1154
- Gillette, Robert. (1973b). Mexico (II): Growing Pains for Science Policy Agency. *Science*, 180 (4092) 1261-1265.
- Hawking, Stephen y Mlodinow, Leonard. (2005) Brevísima historia del tiempo. Barcelona: Editorial Crítica. 195p.

- Heimeriks, G. y Van den Besselaar, P. (2002) State of the art in bibliometrics and webometrics. EICSTES. Retrieved 13/01, 2006 from <http://www.eicstes.org/reports.asp>
- Labra Manjarrez, Armando. (2006). Financiamiento a la educación superior, la ciencia y tecnología en México. *EconomíaUNAM*, 3 (7) 103-130
- Licea de Arenas, Judith. (1990). Partial Assessment of Mexican Health-Sciences Research 1982-1986. *Scientometrics*. 23, (1), 47-55
- Licea de Arenas, Judith, Valles, J. y Arenas, M. (1999). Profile of the mexican health sciences elite: a bibliometric analysis of research performance. *Scientometrics*, 46 (3) 539-547.
- Licea de Arenas, J., Castanos-Lomnitz, H., Arenas-Licea, J. (2002). Significant Mexican research in the health sciences: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, 53 (1) 39-48.
- Macías Chapula, C.A. (1995). Primary health-care in Mexico - a non-ISI bibliometric analysis. *Scientometrics*, 34 (1) 63-71
- Maltrás Barba, Bruno. (2003). *Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia*. Asturias: Trea. 287p.
- México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2002). Decreto por el que se aprueba y se expide el programa denominado Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006. México: Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 152p. Retrieved 18/05, 2006 from [http://www.conacyt.mx/juridico/anexos/11471Vobo\\_pecyt.pdf](http://www.conacyt.mx/juridico/anexos/11471Vobo_pecyt.pdf)
- México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2005). Informe General de la situación de la Ciencia y la Tecnología 2005. México: CONACYT. 388p. Retrieved 05/02, 2006 from <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/contenido/IGECyT2005%20web.pdf>
- México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2005b). Indicadores de actividades científicas y tecnológicas (Edición de bolsillo). México: CONACYT-CIICYT. 108p. Retrieved 15/02, 2006 from <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/contenido/Indicadores2005.pdf>
- México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2005c). Estadísticas fondos mixtos CONACYT-Gobiernos de los Estados. México: CONACYT. 20p. Retrieved 15/02, 2006 from <http://www.conacyt.mx/ClonPortal/Fondos/FondosMixtos.html>
- México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1917). Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos. 33p. (Ultima reforma publicada en el DOF 04 07 2006). Retrieved 14/06, 2006 from <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>
- México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2002). Ley de Ciencia y la Tecnología. 33p. (Ultima reforma publicada en el DOF 21 08 2006). Retrieved 14/06, 2006 from <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>
- Moravcsik, M.J. (1989). ¿Cómo evaluar a la ciencia y a los científicos?. *Revista Española de Documentación Científica*. 12 (3) 313-325.

- Moya-Anegón, F. y Herrero-Solana, V. (1999). Science in America Latina: a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics*. 46 (2) 299-320.
- Moya-Anegón, F. y Herrero-Solana, V. y Guerrero-Bote, V. (1998). La aplicación de redes neuronales artificiales (RNA) a la recuperación de la información. *Anuario SOCADI*. (2) 147-164.
- Moya-Anegón, F., Jimenez-Contreras, E. y Corrochano, M.D. (1998) Research fronts in Library and Information Sciences in Spain (1995-1994). *Scientometrics*, 42 (2) 229-246.
- Moya-Anegón, F. y Jiménez-Contreras, E. (1999). Topografía de la ciencia mundial. *El Profesional de la Información*, 8 (7-8) 40-42.
- Moya-Anegón, F., Solís Cabrera, F., Chinchilla Rodríguez, Z., Corera Álvarez, E., Herrero-Solana, V., Muñoz Fernández, F., Guerrero Bote, V. y Olmeda Gómez, C. (2004). Atlas de la ciencia española: propuesta de un sistema de información científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 27 (1)11-29.
- Muela-Meza, Zapopan Martín. (2005). La era del estado empresarial versus el dominio público informacional y cognitivo. *Razón y Palabra*, (44) Retrieved 12/06, 2006 from <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/anteriores/n44/zmuela.html>
- Muela-Meza, Zapopan Martín (2006) *Una introducción a las metodologías de investigación cualitativa aplicadas a la bibliotecología*. *BiblioDocencia : Revista de Profesores de Bibliotecología*, 2 (12) 4-12. Retrieved 14/07, 2006 from <http://eprints.rclis.org/archive/00006732/01/zapopan.pdf>
- Okubo, Y. (1997). *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1997/1, OECD Publishing. doi:10.1787/208277770603 Retrieved 15/07, 2006 from <http://caliban.sourceoecd.org/vl=20538210/cl=37/nw=1/rpsv/cgi-bin/wppdf?file=5lgsjhvj7ng0.pdf>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos OCDE. (2002). *Manual de Frascati; propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). 282p. Retrieved 15/07, 2006 from [http://www.itsbrasil.org.br/pages/23/manual\\_frascati\\_2002\\_espanhol.pdf](http://www.itsbrasil.org.br/pages/23/manual_frascati_2002_espanhol.pdf)
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. Oslo *Manual*. European Comisión: Eurostat. 93p. Retrieved 15/07, 2006 from <http://www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580.pdf#search=%22%22Manual%20de%20Oslo%22%20and%20pdf%22>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos OCDE. (1995). *The Measurement of scientific and technological activities: Manual on the measurement of human resources devoted to S&T, "Canberra Manual"*. París: OCDE. Retrieved 13/12, 2006 from [http://www.octi.gov.ve/documentos/archivos/98/Manual\\_Canberra.pdf](http://www.octi.gov.ve/documentos/archivos/98/Manual_Canberra.pdf)
- Peña, José Antonio de la. (2004). Un vistazo a la ciencia en México. *Ciencia Ergo Sum*, (2) vi-xi.

- Pedroza Meléndez, Alejandro. (2000). La ciencia y la tecnología como base fundamental para el desarrollo de México. *Bien Común y Gobierno*, 6 (6) 39-46.
- Pérez Tamayo, Ruy. (1982). Notas sobre el artículo científico (I). *Naturaleza*, 13 (2) 85-92.
- Pérez Tamayo, Ruy. (1982b). Notas sobre el artículo científico (II). *Naturaleza*, 13 (3) 149-159.
- Pérez Tamayo, Ruy. (1983). Dime, espejo, la verdad. Notas sobre el artículo científico (III). *Naturaleza*, 14 (4) 214-218.
- Pérez Tamayo, Ruy. (2005). *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*. México: Fondo de Cultura Económica. 319p.
- Pérez Tamayo, Ruy. (2005b). "La calidad de la investigación médica en México". En: Guillermo J. Ruiz Argüelles y Ruy Pérez Tamayo, (Eds.) *La investigación en medicina asistencial*. México: Editorial Médica Panamericana. p. 93-105.
- Pires Ferreira, Sinesio (1998). Personal en Ciencia y Tecnología: cuestiones metodológicas y análisis de resultados. Principales indicadores de Ciencia y Tecnología 2002. RICYT. Retrieved 15/07, 2006 from <http://www.ricyt.org/interior/difusion/pubs/elc/5.pdf>
- Poudlege, Tabita. (1982). Mexican science in Money trouble. *Nature*, (299) 99-100.
- Red de Iberoamericana de Indicadores Ciencia y Tecnología (RICYT). Retrieved 15/07, 2006 from <http://www.ricyt.edu.ar/interior/interior.asp?Nivel1=5&Nivel2=1&Idioma=>
- Red de Iberoamericana de Indicadores Ciencia y Tecnología (RICYT). (2003). *El Estado de la ciencia en América Latina*. Retrieved 15/07, 2006 from <http://ricyt.centroredes.mine.nu/ricyt/elc2004/1.pdf>
- Russell, Jane. (1995). The increasing role of international cooperation in science and technology research in Mexico. *Scientometrics*, 34 (1) 45-61.
- Sagan, Carl. (2005). *El mundo y sus demonios; la ciencia como una luz en la oscuridad*. Barcelona: Editorial Planeta. 493.
- Sancho Lozano, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología; revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13 (3-4) 842-865
- Sancho Lozano, R. (2001) Medición de las actividades de ciencia y tecnología; estadísticas e indicadores empleados. *Revista Española de Documentación Científica*. 13 (3-4) 382-404.
- Science in Mexico; UNAM: cradle of mexican science. (1994). *Nature*, (368) 794-795.
- Tomeo Perucha, Venancio y Uña Juárez, Isaías. (2003). *Lecciones de estadística descriptiva; curso teórico-práctico*. Madrid: Thomson. 346 p.
- Trabulse, Elías. (1983-1985). *Historia de la ciencia en México*. México: Fondo de Cultura Económica. 4 v.

Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved 10/08, 2006 from <http://www.dgbiblio.unam.mx>

Universidad de Granada. Scimago Group. (2006). *Ranking Interamericano de Instituciones de Investigación* Retrieved 20/08, 2006 from <http://investigacion.universia.net/isi/isi.html>

Velasco, Ibelís. (1981). Algunos hechos y muchas impresiones sobre la ciencia y la tecnología en México. *Interciencia*. 6 (6) 402-407.

Velasco, Ibelís. (1982). Algunos hechos y muchas impresiones sobre la ciencia y la tecnología en México (Parte II). *Interciencia*. 7 (1) 37-44.

## ANEXO 1.

### Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica Y Tecnológica.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología mantiene un índice con revistas científicas y tecnológicas como reconocimiento a su calidad y excelencia editorial.

NOMBRE DE LA REVISTA	ORGANISMO QUE LA PUBLICA	EDITOR	TELÉFONO	FAX	E - MAIL
ATMÓSFERA	Centro de Ciencias de la atmósfera - UNAM	Dr. Julián Adem	56224074	56160789	<a href="mailto:editorial@atmosfera.unam.mx">editorial@atmosfera.unam.mx</a>
BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA	Sociedad Matemática Mexicana	Dres. Mónica Clapp y Enrique Ramírez de Arellano	50613869 y 50613870	50613876 y 57477104	<a href="mailto:smm@smm.org.mx">smm@smm.org.mx</a> <a href="mailto:perla@smm.org.mx">perla@smm.org.mx</a> <a href="mailto:bsmm@math.cinvestav.mx">bsmm@math.cinvestav.mx</a>
CIENCIAS MARINAS	Instituto de Investigaciones Oceanológicas - UABC	Dr. Isai Pacheco Ruiz	(646)174-54-51	(646)174-53-03	<a href="mailto:cmarinas@uabc.mx">cmarinas@uabc.mx</a>
GEOFÍSICA INTERNACIONAL	Instituto de Geofísica - UNAM	Dra. Cinna Lomnitz	56224115	55502486	<a href="mailto:secedit@geofisica.unam.mx">secedit@geofisica.unam.mx</a>
INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS, BOLETÍN DEL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA	Instituto de Geografía - UNAM	Dra. Teresa Reyna Trujillo	56224333 ext.44833	56162145	<a href="mailto:edito@igiris.igeograf.unam.mx">edito@igiris.igeograf.unam.mx</a>
MEXICANA DE FÍSICA	Sociedad Mexicana de Física	Dra. Carmen Cisneros Gudiño	56224840	56224840	<a href="mailto:rmf@smf76.fciencias.unam.mx">rmf@smf76.fciencias.unam.mx</a>
REVISTA INTERNACIONAL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Centro de Ciencias de la Atmósfera	Dr. Carlos Gay García	56224074	56160789	<a href="mailto:editorial@atmosfera.unam.mx">editorial@atmosfera.unam.mx</a>
REVISTA MEXICANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA	Instituto de Astronomía - UNAM	M. en C. M. en C. Christine Allen	56223940	56160653	<a href="mailto:rmaa@astroscu.unam.mx">rmaa@astroscu.unam.mx</a> <a href="mailto:chris@astroscu.unam.mx">chris@astroscu.unam.mx</a>
REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS	Instituto de Geología - UNAM, Sociedad Geológica Mexicana, A. C.	Dr. Luca Ferrari Pedraglio	56234116 ext. 118	56234100 o (44) 42381100	<a href="mailto:publigl@geologia.igeolcu.unam.mx">publigl@geologia.igeolcu.unam.mx</a>
TERRA	Sociedad Mexicana de las Ciencias del Suelo, A. C.	Dr. Antonio Vázquez Alarcón	(595) 95 2-17-21	(595) 95 2-17-21	<a href="mailto:terra@correo.chapingo.mx">terra@correo.chapingo.mx</a> <a href="mailto:smcs@taurus1.chapingo.mx">smcs@taurus1.chapingo.mx</a>
UNIVERSIDAD Y CIENCIA	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez	(99) 33 12 72 10	(99) 33 12 72 10	<a href="mailto:ciencia.dip@ujat.mx">ciencia.dip@ujat.mx</a>

NOMBRE DE LA REVISTA	ORGANISMO QUE LA PUBLICA	EDITOR	TELÉFONO	FAX	E - MAIL
MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD					
<b>ARCHIVES OF MEDICAL RESEARCH</b>	Instituto Mexicano del Seguro Social	Dr. Luis Benítez Bribiesca	57611503	57611503	<a href="mailto:luisbenbri@mexis.com">luisbenbri@mexis.com</a> <a href="mailto:archives@servidor.unam.mx">archives@servidor.unam.mx</a>
ARCHIVOS DE CARDIOLOGÍA DE MÉXICO	Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"	Dr. José F. Guadalajara Boo	55732911 ext. 1310	55732911 ext. 1310	<a href="mailto:archivos@cardiologia.org.mx">archivos@cardiologia.org.mx</a>
<b>SALUD MENTAL</b>	Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz	Dr. Héctor Pérez-Rincón	56552811 ext. 176	56550411 ext. 441	<a href="mailto:perezrh@imp.edu.mx">perezrh@imp.edu.mx</a>
<b>SALUD PÚBLICA DE MÉXICO</b>	Instituto Nacional de Salud Pública	Dr. Carlos Oropeza Abúndez	(777) 317-5745	(777) 317-5745	<a href="mailto:eoropeza@correo.insp.mx">eoropeza@correo.insp.mx</a>

NOMBRE DE LA REVISTA HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA CONDUCTA	ORGANISMO QUE LA PUBLICA	EDITOR	TELÉFONO	FAX	E - MAIL
<u>BOLETÍN MEXICANO DE DERECHO COMPARADO</u>	Instituto de Investigaciones Jurídicas - UNAM	Dr. José Ma. Serna de la Garza	56227464 ext.413	56652193	<a href="mailto:josemar@servidor.unam.mx">josemar@servidor.unam.mx</a>
CRÍTICA, REVISTA HISPANOAMERICANA DE FILOSOFÍA	Instituto de Investigaciones Filosóficas - UNAM	Lic. Carolina Celorio	56227438	56654991	<a href="mailto:critica@filosoficas.unam.mx">critica@filosoficas.unam.mx</a>
DIÁNOIA	Instituto de Investigaciones Filosóficas -UNAM , Fondo de Cultura Económica	Dr. Pedro Stepanenko Gutiérrez	56227437	56227437	<a href="mailto:dianoia@filosoficas.unam.mx">dianoia@filosoficas.unam.mx</a>
ESCRITOS. REVISTA DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL LENGUAJE	Centro de Ciencias del Lenguaje, de Investigación y Estudios de Posgrado BUAP	Dr. Sergio René Lira Coronado	01 (222) 243- 93-54	01 (222) 243-93-54	<a href="mailto:escritos@siu.buap.mx">escritos@siu.buap.mx</a>
ESTUDIOS DE ASIA Y ÁFRICA	El Colegio de México	Dr. Benjamín Preciado Solís	5449-3000 ext. 4101	56450464	<a href="mailto:bprecia@colmex.mx">bprecia@colmex.mx</a> <a href="mailto:glara@colmex.mx">glara@colmex.mx</a>
ESTUDIOS DE HISTORIA NOVOHISPANA	Instituto de Investigaciones Históricas - UNAM	Dra. Gisela Von Wobeser	56227515	56598339	<a href="mailto:gisela@servidor.unam.mx">gisela@servidor.unam.mx</a> <a href="mailto:preditch@servidor.unam.mx">preditch@servidor.unam.mx</a>
ESTUDIOS DE LINGÜÍSTICA APLICADA	Universidad Nacional Autónoma de México	Dra. Natalia Ignatieva Kosminina	56220678	56220678	<a href="mailto:cedito@servidor.unam.mx">cedito@servidor.unam.mx</a>
<u>ESTUDIOS SOBRE LAS CULTURAS CONTEMPORÁNEAS</u>	Centro de Investigaciones Sociales, Universidad de Colima	Dr. Jorge A. González Sánchez	(312) 31 6 11 27 o (312) 31 6 10 00 ext.47301	(312) 31 6 11 27	<a href="mailto:ange@cgic.ucol.mx">ange@cgic.ucol.mx</a>
<u>HISTORIA Y GRAFÍA</u>	Universidad Iberoamericana	Dr. Alfonso Mendiola Mejía	59504000 ext. 4762-7235	59504276	<a href="mailto:historia.grafia@uia.mx">historia.grafia@uia.mx</a> <a href="mailto:adriana.narvaez@uia.mx">adriana.narvaez@uia.mx</a>
<u>INVESTIGACIÓN BIBLIOTECOLÓGICA</u>	Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas - UNAM	Lic. Ignacio Rodríguez Sánchez	56230325 ó 56224115	55507461	<a href="mailto:nacho@cuib.unam.mx">nacho@cuib.unam.mx</a>
NOVA TELLUS	Instituto de Investigaciones Filológicas - UNAM	Dr. Bulmaro Reyes Coria	56227488	56227488	<a href="mailto:omfann@servidor.unam.mx">omfann@servidor.unam.mx</a>
REVISTA INTERNACIONAL DE FILOSOFÍA POLÍTICA	Universidad Autónoma Metropolitana - Universidad Nacional de Educación a Distancia - Madrid, España	Dr. Sergio Pérez Cortés	58044781	56353110 y 58044778	<a href="mailto:sepe@xanum.uam.mx">sepe@xanum.uam.mx</a> <a href="mailto:sepeco@avantel.net">sepeco@avantel.net</a>
REVISTA LATINOAMERICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICA EDUCATIVA	Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. (Thomson)	Dra. Rosa María Farfán Márquez	50613819 y 50613823	50-61-38- 19/50-61- 38-23	<a href="mailto:relime@clame.org.mx">relime@clame.org.mx</a>
<u>REVISTA MEXICANA DE ANÁLISIS DE LA CONDUCTA</u>	Sociedad Mexicana de Análisis de la Conducta	Dr. José E. Burgos	(333) 1211158	(333)12111 58	<a href="mailto:iburgos@cucba.udg.mx">iburgos@cucba.udg.mx</a>
SIGNOS FILOSÓFICOS	Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa	Dr. Gustavo Leyva M.	58044600 ext. 2666	58044777	<a href="mailto:leyv@xanum.uam.mx">leyv@xanum.uam.mx</a>
TÓPICOS DEL SEMINARIO	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Dra. María Isabel Filinich Oregui	(222) 229 55 02	(222) 229 55 02	<a href="mailto:ses@siu.buap.mx">ses@siu.buap.mx</a>



NOMBRE DE LA REVISTA CIENCIAS SOCIALES	ORGANISMO QUE LA PUBLICA	EDITOR	TELÉFONO	FAX	E - MAIL
ARGUMENTOS	División de Ciencias Sociales y Humanidades - Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco	Mtro. Manuel Outón Lemus	54837060	54837415	<a href="mailto:argument@correo.xoc.uam.mx">argument@correo.xoc.uam.mx</a>
<u>CONVERGENCIA</u>	Universidad Autónoma del Estado de México	Dr. Jorge Guadalupe Arzate Salgado	(722)2143169	(722)21404 94 ext.160	<a href="mailto:arzatesalgado@yahoo.com">arzatesalgado@yahoo.com</a>
CUICUILCO, NUEVA ÉPOCA	Escuela Nacional de Antropología e Historia	Dra. Patricia Fournier García	56060487 ext.232	56659228	<a href="mailto:revistacuicuilco.enah@inah.gob.mx">revistacuicuilco.enah@inah.gob.mx</a>
ECONOMÍA MEXICANA NUEVA ÉPOCA	Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C.	Dr. David Mayer Foulkes	57279800 ext. 2726	57279878	<a href="mailto:ecomex@cide.edu">ecomex@cide.edu</a>
ECONOMÍA, SOCIEDAD Y TERRITORIO	El Colegio Mexiquense A.C.	Dra. Rosario Rogel Salazar	(722) 279-99-08 ext. 183	(722) 279-99-08 ext. 183	<a href="mailto:est@cmq.edu.mx">est@cmq.edu.mx</a> <a href="mailto:rrogel@cmq.edu.mx">rrogel@cmq.edu.mx</a>
<u>EL TRIMESTRE ECONÓMICO</u>	Fondo de Cultura Económica	Dr. Fausto Hernández Trillo	52274671	52274649	<a href="mailto:trimestre@fondodeculturaeconomica.com">trimestre@fondodeculturaeconomica.com</a>
<u>ESPIRAL, ESTUDIOS SOBRE ESTADO Y SOCIEDAD</u>	Universidad de Guadalajara	Dr. Carlos Eduardo Barba García	(33)3819-3352	(33)3819-3352	<a href="mailto:espiral@fuentes.csh.udg.mx">espiral@fuentes.csh.udg.mx</a>
<u>ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS Y URBANOS</u>	El Colegio de México	Dra. Manuel Ángel Castillo	54493031	56450464	<a href="mailto:castillo@colmex.mx">castillo@colmex.mx</a> <a href="mailto:seddurdv@colmex.mx">seddurdv@colmex.mx</a>
ESTUDIOS ECONÓMICOS	El Colegio de México	Mtra. Rocío Contreras	54493000 ext.4077	56450464	<a href="mailto:jfernan@colmex.mx">jfernan@colmex.mx</a> <a href="mailto:crocio@colmex.mx">crocio@colmex.mx</a>
<u>ESTUDIOS SOCIOLÓGICOS</u>	El Colegio de México	Dra. Vania Salles	5449-3000 ext. 3129	56450464	<a href="mailto:vsalles@colmex.mx">vsalles@colmex.mx</a> <a href="mailto:gfranco@colmex.mx">gfranco@colmex.mx</a>
<u>FORO INTERNACIONAL</u>	El Colegio de México	Dr. Carlos Albavega	(55) 5449-3011 Ext. 4033	5645-0464	<a href="mailto:calba@colmex.mx">calba@colmex.mx</a> <a href="mailto:fgomez@colmex.mx">fgomez@colmex.mx</a>
FRONTERA NORTE	El Colegio de la Frontera Norte	Dra. Olga Odgers Ortiz	(664) 661 33 00 ext. 1446 y 661 63 44	(664) 684-55-56 y 313535	<a href="mailto:publica@colef.mx">publica@colef.mx</a> <a href="mailto:odgers@colef.mx">odgers@colef.mx</a>
<u>GESTIÓN Y POLÍTICA PÚBLICA</u>	Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C.	Dr. David Arellano Gault	57279800 ext. 2309	57279873	<a href="mailto:david.arellano@cide.edu">david.arellano@cide.edu</a> <a href="mailto:alejandro.campos@cide.edu">alejandro.campos@cide.edu</a>
Clínica MEXICANA	El Colegio de México	Dr. Oscar Mazín Gómez	54493067	56450464	<a href="mailto:mazin@colmex.mx">mazin@colmex.mx</a> <a href="mailto:bmoran@colmex.mx">bmoran@colmex.mx</a>
<u>INVESTIGACIÓN ECONÓMICA</u>	Facultad de Economía - UNAM	Dr. Julio López Gallardo	56222131 y 40	56222140	<a href="mailto:invecon@servidor.unam.mx">invecon@servidor.unam.mx</a> <a href="mailto:karinanp@economia.unam.mx">karinanp@economia.unam.mx</a>
<u>MEXICANA DEL CARIBE</u>	Universidad de Quintana Roo, Instituto Mora, CIESAS, AMEC	Dr. Carlos Macías Richard	(983) 83 5 03 42	(983) 83 5 03 42	<a href="mailto:recaribe@correo.uqroo.mx">recaribe@correo.uqroo.mx</a>
POLÍTICA Y CULTURA	Universidad Autónoma Metropolitana	Dr. José Fernández García	54837110 y 55949100	54837110 y 55949100	<a href="mailto:polcul@correo.xoc.uam.mx">polcul@correo.xoc.uam.mx</a> <a href="mailto:josefdez@correo.xoc.uam.mx">josefdez@correo.xoc.uam.mx</a>

<b>NOMBRE DE LA REVISTA</b> CIENCIAS SOCIALES	<b>ORGANISMO QUE</b> <b>LA PUBLICA</b>	<b>EDITOR</b>	<b>TELÉFONO</b>	<b>FAX</b>	<b>E - MAIL</b>
NUEVA ANTROPOLOGÍA. REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES	Nueva Antropología A. C.	Dra. Silvia Gómez Tagle	56889546	56585588	<a href="mailto:silviagomez@terra.com">silviagomez@terra.com</a> <a href="mailto:nuevaantropologia@hotmail.com">nuevaantropologia@hotmail.com</a>
<u>NUEVA REVISTA DE</u> <u>FILOLOGÍA HISPÁNICA</u>	El Colegio de México, A. C.	Dr. Alejandro Rivas Velásquez	54493000 ext.4001	56450464	<a href="mailto:nrfh@colmex.mx">nrfh@colmex.mx</a>
<u>PAPELES DE POBLACIÓN</u>	Universidad Autónoma del Estado de México	Dr. Dídimo Castillo Fernández	(722) 214- 2842	(722) 214- 2842	<a href="mailto:cieap@uaemex.mx">cieap@uaemex.mx</a> <a href="mailto:didimo@prodigy.net.mx">didimo@prodigy.net.mx</a>
<u>PERFILES EDUCATIVOS</u>	Centro de Estudios sobre la Universidad - UNAM	Lic. Emma Elizabeth Paniagua Roldán	56226986	56226852	<a href="mailto:perfiles@servidor.unam.mx">perfiles@servidor.unam.mx</a> <a href="mailto:emmaro@servidor.unam.mx">emmaro@servidor.unam.mx</a>
<u>PERFILES</u> <u>LATINOAMERICANOS</u>	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO - México	Dr. Benjamín Temkin	30000200 ext. 251	30000284	<a href="mailto:publicaciones@flacso.edu.mx">publicaciones@flacso.edu.mx</a> <a href="mailto:temkin@flacso.edu.mx">temkin@flacso.edu.mx</a> <a href="mailto:ggonzalez@flacso.edu.mx">ggonzalez@flacso.edu.mx</a>
POLÍTICA Y GOBIERNO	Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C.	Dr. Gabriel Negreto	57279800 ext.2206	57279873	<a href="mailto:gabriel.negretto@cide.edu">gabriel.negretto@cide.edu</a>
<u>REGIÓN Y SOCIEDAD.</u> <u>REVISTA DEL COLEGIO</u> <u>DE SONORA</u>	El Colegio de Sonora	Dr. Ignacio Almada Bay	(662) 212- 6551 ext.2250	(662) 212- 5021	<a href="mailto:egion@colson.edu.mx">egion@colson.edu.mx</a> <a href="mailto:rozuna@colson.edu.mx">rozuna@colson.edu.mx</a>
<u>RELACIONES, ESTUDIOS</u> <u>DE HISTORIA Y SOCIEDAD</u>	El Colegio de Michoacán, A. C.	Dr. Miguel J. Hernández Madrid	(351)51-571- 00 ext. 1603	(351)51- 571-00 ext.1602	<a href="mailto:miguelh@colmich.edu.mx">miguelh@colmich.edu.mx</a> <a href="mailto:relacion@colmich.edu.mx">relacion@colmich.edu.mx</a>
REVISTA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior	Dr. Roberto Rodríguez Gómez	56044263	56044263	<a href="mailto:resu@anuies.mx">resu@anuies.mx</a>
<u>REVISTA MEXICANA DE</u> <u>CIENCIAS POLÍTICAS Y</u> <u>SOCIALES</u>	Fac. de Ciencias Políticas y Sociales - Div. de Estudios de Posgrado - UNAM	Mtro. Juan Felipe Pozo Block	56229407	56651786	<a href="mailto:infopep@correo.posgrado.unam.mx">infopep@correo.posgrado.unam.mx</a> <a href="mailto:pozoblock@hotmail.com">pozoblock@hotmail.com</a>
<u>REVISTA MEXICANA DE</u> <u>INVESTIGACIÓN</u> <u>EDUCATIVA</u>	Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A. C.	Dra. Aurora Huerta	56037852 y 56037968	56037852	<a href="mailto:elsanaca@hotmail.com">elsanaca@hotmail.com</a> <a href="mailto:comie@servidor.unam.mx">comie@servidor.unam.mx</a>
REVISTA MEXICANA DE SOCIOLOGÍA	Instituto de Investigaciones Sociales - UNAM	Dra. Natividad Gutiérrez Chong	56227400 ext.280 y 269	56227417	<a href="mailto:nativid@servidor.unam.mx">nativid@servidor.unam.mx</a> <a href="mailto:saucedor@correo.unam.mx">saucedor@correo.unam.mx</a> <a href="mailto:revmexso@servidor.unam.mx">revmexso@servidor.unam.mx</a>
<u>SECUENCIA</u>	Instituto de Investigaciones "Dr. José María Luis Mora"	Dra. Johanna Von Graffenstein	55548946 ext. 3108	55548946	<a href="mailto:secuencia@edu.mx">secuencia@edu.mx</a>
SIGNOS HISTÓRICOS	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	Dr. Alejandro Tortolero Villaseñor	58044777 y 58044784	58044777 y 58044784	<a href="mailto:shis@xanum.uam.mx">shis@xanum.uam.mx</a> <a href="mailto:revistacuicuilco.enah@inah.gob.mx">revistacuicuilco.enah@inah.gob.mx</a> <a href="mailto:pubf@xanum.uam.mx">pubf@xanum.uam.mx</a>
<u>TRAYECTORIAS: REVISTA</u> <u>DE CIENCIAS SOCIALES</u> <u>DE LA UNIVERSIDAD</u> <u>AUTÓNOMA DE NUEVO</u> <u>LEÓN</u>	Universidad Autónoma de Nuevo León	Dra. Esthela María Gutiérrez Garza	0181-83 29 42 37 ext 6567	0181-83 29 42 37	<a href="mailto:trayectorias@ccr.dsi.uanl.mx">trayectorias@ccr.dsi.uanl.mx</a>

<b>NOMBRE DE LA REVISTA</b> BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS	<b>ORGANISMO QUE LA PUBLICA</b>	<b>EDITOR</b>	<b>TELÉFONO</b>	<b>FAX</b>	<b>E - MAIL</b>
AGRICULTURA TÉCNICA EN MÉXICO	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Dr. Jorge Alberto Acosta Gallegos	(595) 954- 2964	(595) 954- 2964	<a href="mailto:revista_atm@yahoo.com.mx">revista_atm@yahoo.com.mx</a>
<u>AGROCIENCIA</u>	Colegio de Postgraduados	Dr. Said Infante Gil	(595)95 4- 8944	(595)95 4- 8944	<a href="mailto:agrocien@colpos.colpos.mx">agrocien@colpos.colpos.mx</a>
REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA	Universidad Autónoma Chapingo	Dr. Alejandro F. Barrientos- Priego	(595)95 21569 215 00 ext. 1569	(595)95 21569 215 00 ext. 1569	<a href="mailto:barrientos@taurus1.chapingo.mx">barrientos@taurus1.chapingo.mx</a> <a href="mailto:cori@taurus1.chapingo.mx">cori@taurus1.chapingo.mx</a>
<u>REVISTA FITOTECNIA MEXICANA</u>	Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C.	Dr. Víctor Arturo González Hernández	(595) 95 46652 y 21729	(595)-95-4- 6652	<a href="mailto:somefi@taurus1.chapingo.mx">somefi@taurus1.chapingo.mx</a>
REVISTA LATINOAMERICANA DE MICROBIOLOGÍA	Asociación Mexicana de Microbiología, UNAM	Dra. Esperanza Martínez Romero	(777) 3-29-16- 92	(777) 3-17- 55-81	<a href="mailto:journal_of_microbiology@yahoo.com">journal_of_microbiology@yahoo.com</a>
<u>REVISTA MEXICANA DE FITOPATOLOGÍA</u>	Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C.	Dr. Guillermo Fuentes Dávila	(33) 3772-44- 50-(60)	(33) 3772- 44-60	<a href="mailto:g.fuentes@cgiar.org">g.fuentes@cgiar.org</a> <a href="mailto:jireta@foreigner.class.udg.mx">jireta@foreigner.class.udg.mx</a>
<u>TÉCNICA PECUARIA EN MÉXICO</u>	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Dr. Oscar Luis Rodríguez Rivera	(999) - 9263046	(999) 9263046	<a href="mailto:tepecu@prodiqy.net.mx">tepecu@prodiqy.net.mx</a> <a href="mailto:rodriguez.oscar@inifap.gob.mx">rodriguez.oscar@inifap.gob.mx</a>
<u>VETERINARIA - MÉXICO</u>	Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia - UNAM	Dr. Raymundo Martínez Peña	56225875 y 56225918	56225918	<a href="mailto:rmp@servidor.unam.mx">rmp@servidor.unam.mx</a>

<b>NOMBRE DE LA REVISTA</b> INGENIERÍAS	<b>ORGANISMO QUE LA PUBLICA</b>	<b>EDITOR</b>	<b>TELÉFONO</b>	<b>FAX</b>	<b>E - MAIL</b>
CIENTÍFICA	Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - IPN.	Dr. Guillermo Urriolagoitia Calderón	57296000 exts. 54518-54555	57296000 exts. 54518- 54555	<a href="mailto:revista@maya.esimez.ipn.mx">revista@maya.esimez.ipn.mx</a>
<u>COMPUTACIÓN Y SISTEMAS</u>	Instituto Politécnico Nacional	Dr. Juan Humberto Sossa Azuela	57296000 ext. 56512	57296000 ext. 56607y 56608	<a href="mailto:hsossa@cic.ipn.mx">hsossa@cic.ipn.mx</a>
<u>INGENIERÍA HIDRÁULICA EN MÉXICO</u>	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	Dr. Álvaro A. Aldama	(777)3-29-36-00 Ext. 532 y 605	(777)3-29-36- 70	<a href="mailto:mbonilla@tlaloc.imta.mx">mbonilla@tlaloc.imta.mx</a> <a href="mailto:rihm@tlaloc.imta.mx">rihm@tlaloc.imta.mx</a> <a href="mailto:jhernan@tlaloc.imta.mx">jhernan@tlaloc.imta.mx</a>
<u>MADERA Y BOSQUES</u>	Instituto de Ecología, A.C.	Dr. Raymundo Dávalos Sotelo	(228) 8421835	(228) 8421835	<a href="mailto:mabosque@ecologia.edu.mx">mabosque@ecologia.edu.mx</a>
REVISTA DE INGENIERÍA SÍSMICA	Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica	Dr. Arturo Tena Colunga	56658377 y 56061314	5665-8377y 5606-1314	<a href="mailto:smis@data.net.mx">smis@data.net.mx</a>
<u>REVISTA INGENIERÍA INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA</u>	Facultad de Ingeniería, UNAM	Dr. Pedro Martínez Pereda	56161899	56161899	<a href="mailto:revistait@yahoo.com.mx">revistait@yahoo.com.mx</a> <a href="mailto:revistait@terra.com.mx">revistait@terra.com.mx</a> <a href="mailto:guh257@yahoo.com.mx">guh257@yahoo.com.mx</a>
<u>REVISTA MEXICANA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA</u>	Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica	Dr. Roberto Muñoz Guerrero	55744505	55743928	<a href="mailto:revista@somib.org.mx">revista@somib.org.mx</a>
<u>REVISTA MEXICANA DE INGENIERÍA QUÍMICA</u>	Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, A.C. (AMIDIQ), Universidad Autónoma Metropolitana	Dr. Eduardo Jaime Vernon Carter	58044648 al 51 ext. 221, 233 y 5804s4900	58044648 al 51 Ext. 221, 233 y 58044900	<a href="mailto:amidiq@xanum.uam.mx">amidiq@xanum.uam.mx</a>

NOMBRE DE LA REVISTA BIOLOGÍA Y QUÍMICA	ORGANISMO QUE LA PUBLICA	EDITOR	TELÉFONO	FAX	E - MAIL
<u>ACTA BOTÁNICA MEXICANA</u>	Instituto de Ecología, A. C.	Dr. Jerzy Rzedowski Rotter	(434)2-2698	(434)2- 2699	<a href="mailto:murillom@ecologia.edu.mx">murillom@ecologia.edu.mx</a>
<u>ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (NUEVA SERIE)</u>	Instituto de Ecología, A. C.	Dr. Pedro Reyes Castillo	(228)842- 1800 Ext. 4108 842-18- 63	(228)8-18- 78-09	<a href="mailto:azm@ecologia.edu.mx">azm@ecologia.edu.mx</a>
BIOQUIMIA	Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica	M. en C. Martha Sánchez Rodríguez	56878539 y 55430030	56878539 y 55430030	<a href="mailto:ambcli@prodiqv.net.mx">ambcli@prodiqv.net.mx</a>
BOLETÍN DE LA SOCIEDAD BOTÁNICA DE MÉXICO	Sociedad Botánica de México, A.C.	Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo	56224835 y 56224828	56224835 y 56224828	<a href="mailto:jamdc@hp.fciencias.unam.mx">jamdc@hp.fciencias.unam.mx</a>
<u>BOTÁNICA. ANALES DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA</u>	Instituto de Biología - UNAM	Dra. Virginia León	56229067	55503639	<a href="mailto:sac@ibiologia.unam.mx">sac@ibiologia.unam.mx</a> <a href="mailto:vleon@ibiologia.unam.mx">vleon@ibiologia.unam.mx</a>
<u>FOLIA ENTOMOLÓGICA MEXICANA</u>	Sociedad Mexicana de Entomología, A. C.	Dr. Sergio Ibáñez-Bernal	(228) 8421800 ext.4112	(228) 8421800 ext.4111	<a href="mailto:folia@ecologia.edu.mx">folia@ecologia.edu.mx</a> <a href="mailto:ibanez@ecologia.edu.mx">ibanez@ecologia.edu.mx</a>
HIDROBIOLÓGICA	Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa	Dr. Abel Senties Granados	58044737	58044738	<a href="mailto:asq@xanum.uam.mx">asq@xanum.uam.mx</a>
REVISTA DE LA SOCIEDAD QUÍMICA DE MÉXICO	Sociedad Química de México, A. C.	Dr. Guillermo Delgado Lamas	56626823	56626823	<a href="mailto:delgado@servidor.unam.mx">delgado@servidor.unam.mx</a>
REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS	Asociación Farmacéutica Mexicana Ac	Dra. Ma. Estela Meléndez Camargo	91832060 y 56884564	91832060 y 56884564	<a href="mailto:revistas@afmac.org.mx">revistas@afmac.org.mx</a>
<u>ZOOLOGÍA. ANALES DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA</u>	Instituto de Biología - UNAM	Dr. Alfonso N. García Aldrete	56225711 y 56225715	55503639	<a href="mailto:secadm@ibiologia.unam.mx">secadm@ibiologia.unam.mx</a>

### Criterios de evaluación para el índice de revistas mexicanas de investigación científica tecnológica

#### 1. Contenido

La revista deberá contener artículos producto de investigación con resultados originales y sujetos a un estricto arbitraje, que representen al menos el 75% del material publicado en el año.

#### 2. Arbitraje

##### a. Comité editorial

- El Comité Editorial deberá estar constituido por investigadores con reconocido prestigio internacional. Este Comité deberá ser multi-institucional y multinacional. Debe evitarse que el director de la institución de la que emana la revista sea ex officio el director de la revista.

##### b. Cartera de árbitros

- La cartera de árbitros deberá cubrir todas las áreas que trata la revista y estar compuesta por investigadores líderes en su especialidad, adscritos a instituciones nacionales y extranjeras.
- Todas las evaluaciones deberán ser documentadas, sean aprobadas o no para su publicación.
- Los artículos de investigadores adscritos a la institución que edita la revista, no deberán ser evaluados por árbitros de la misma.

- Se deberá entregar el listado de árbitros activos durante el periodo de evaluación de la revista, que deberá incluir grado académico, institución, dependencia de adscripción, disciplina y el número de artículos arbitrados.

c. *Calidad del arbitraje*

- La revista deberá contar con arbitraje riguroso, especializado y documentado. Cada artículo publicado deberá haber sido aprobado por al menos dos árbitros. El rigor de las evaluaciones se deberá apreciar en las respectivas actas de dictamen.

Se deberá enviar el índice de no aceptación de los artículos que recibe la revista.

Las actas de arbitraje deberán hacer mención específica de la originalidad y calidad del artículo, y de su contribución al campo de estudio, y deberán presentarse debidamente documentadas como parte de la información que se evalúa. Se deberá omitir el nombre del árbitro.

### 3. Contribuciones

La revista deberá incluir fundamentalmente artículos producto de investigación con resultados originales y sujetos a un estricto arbitraje.

- No deberán incluirse en los números regulares memorias de congresos. Estas deberán publicarse en suplementos o en números especiales.
- Al menos el 60% del total de los autores deberán estar adscritos a instituciones distintas a la institución que edita la revista.

### 4. Edición y distribución

a. *Antigüedad*

A fin de que se pueda evaluar su trayectoria y evolución, las revistas que soliciten su incorporación al Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica deberán tener una antigüedad de cuando menos cinco años.

b. *Periodicidad y puntualidad*

- La periodicidad de la revista deberá ser al menos semestral para garantizar que el contenido resulte oportuno y actualizado.
- La publicación de la revista deberá ser ininterrumpida y sin retraso según la periodicidad establecida y la fecha de aparición especificada en la portada.

En caso de retraso en la periodicidad establecida, no se permitirá que con un sólo número se cubran todos los correspondientes a un volumen o un año.

c. *Distribución*

- La revista deberá ser distribuida nacional e internacionalmente.
- Se debe anexar estadística de distribución.

### 5. Criterios formales

a. *Estructura de los artículos*

Cada artículo debe incluir un resumen, palabras clave, las fechas de recepción y aceptación, y la dirección institucional de los autores.

La revista deberá publicar dos resúmenes para cada artículo, uno en español y otro en inglés.

b. Otros elementos que deberá contener la revista

- Portada
- Título de la publicación; Fecha de aparición, ISSN; Volumen y número.
- Contraportada.
- Nombres de los editores; Comité Editorial y/o Consejo Editorial; permisos legales.
- Índice o Tabla de contenido.
- Colofón.
- Información sobre la fecha de tiraje y de impresión.
- Instrucciones para los autores

c. Índices y compendios de resúmenes (abstracts) internacionales.

d. La revista deberá demostrar su visibilidad internacional.

- Las revistas deberán estar registradas en los índices o abstracts internacionales relevantes de su especialidad, o al menos comprobar haber iniciado los trámites para su registro.
- La lista de índices y resúmenes donde está registrada la revista, deberá aparecer en un lugar visible.

Si requiere mayor información puede solicitarla a:

Lic. Oscar Quintanilla Carranza. Subdirector de Operación de Programas. <a href="mailto:oquintanillac@conacyt.mx">oquintanillac@conacyt.mx</a>	Lic. Ricardo Alcaraz García. Jefe del Departamento de Evaluación de Revistas Científicas y Tecnológicas. <a href="mailto:ralcaraz@conacyt.mx">ralcaraz@conacyt.mx</a>	Lic. Adriana Jiménez Galindo. Coordinadora del Programa de Revistas Científicas y Tecnológicas. <a href="mailto:adjimenez@conacyt.mx">adjimenez@conacyt.mx</a>
--	---	--